

# Bericht der von dem Gemeinderathe der Stadt Wien zur Prüfung der neuen Wasserleitungs-Röhren ernannten Experten-Commission.

## Vorwort.

Der Gemeinderath der Stadt Wien hat, nach Entgegennahme des über die neuen Wasserleitungs-Röhren erstatteten Experten-Berichtes vom 27. Mai d. J., in seiner Sitzung vom 23. d. M. beschlossen, an die Experten „das Ersuchen zu stellen, dieselben mögen zu dem von ihnen vorgelegten Berichte auch jene Wahrnehmungen mittheilen, welche sie bei ihrer Untersuchung vorgefunden, ohne sich „blos auf die ihnen von der Wasserversorgungs-Commission „gestellten Fragepunkte zu beschränken.“

Ausserdem sind die Experten schon früher durch Zuschrift vom 13., präz. 17. d. M. von dem Herrn Bürgermeister ersucht worden, als Nachtrag zu ihrem Berichte mitzutheilen: „auf welche Thatsachen sich die Behauptung stützt, dass die „gelieferten Eisensorten unter dem Niveau der mittleren „Qualität stehen, ferner in welchen Momenten die den Bedingungen widersprechende, nicht qualitätsmässige Beschaffenheit der Röhren bestehe, und welche Fehler und an „welcher Gattung von Objecten dieselben wahrgenommen „sind.“

Die Experten-Commission glaubt diesen Wünschen in zweckdienlicher Weise entsprechen zu können durch Vorlage eines Motivenberichtes, welcher die hauptsächlichsten, für ihr Votum massgebend gewesenen Vorarbeiten, sowie die während der Expertise gemachten Wahrnehmungen übersichtlich zusammenfasst.

Zugleich ist hiedurch Gelegenheit geboten, manche Umstände, auf deren Erwähnung in dem Experten-Berichte wegen Dringlichkeit der Arbeit verzichtet werden musste, nunmehr anzuführen und zu erläutern.

Wien am 27. Juni 1871.

## Die Experten-Commission.

### I. Experten-Bericht.

Der geschätzten Einladung des Herrn Bürgermeisters der Stadt Wien vom 27. April 1871, G. R. Z. 1678 nachkommend, haben wir unterzeichnete Experte die uns in der Sitzung der Wasserversorgungs-Commission am 6. Mai d. J. schriftlich vorgelegten Fragen einer eingehenden Berathung unterzogen, und beehren uns, dieselben einstimmig in nachstehender Weise zu beantworten:

#### Erste Frage.

Ist die Wand-Dicke der verschiedenen Röhren eine genügende?

#### Antwort.

Die Wand-Dicke der verschiedenen Röhren ist nicht durchgehends eine genügende. Die kleineren Röhren bis 8" im Durchmesser besitzen noch eine ausreichende Wand-Dicke, nämlich:

Bei 3 bis 5 Zoll Durchmesser  $4\frac{1}{2}$  Linien,

" 6 " 8 " " 5 "

Die Wand-Dicke der übrigen grösseren Röhren ist jedoch nicht ausreichend.

Es sind dies die Röhren:

#### a) Aus Gusseisen von Kladno:

Bei 9 bis 10 Zoll Durchmesser mit  $5\frac{1}{2}$  Linien Wand-Dicke,

" 12 " 15 " " 6 " "

" 16 " 20 " "  $6\frac{1}{2}$  " "

" 24 " 26 " " 7 " "

#### b) Aus Gusseisen von La Louvière:

Bei 30 bis 33 Zoll Durchmesser mit  $7\frac{1}{2}$  Linien Wand-Dicke.

#### c) Aus Gusseisen von Mariazell:

Bei 36 Zoll Durchmesser mit  $7\frac{1}{2}$  Linien Wand-Dicke.

Es muss bemerkt werden, dass die bisher für die Ausführung angenommenen Wand-Dicken beinahe ganz mit den Ziffern übereinstimmen, welche in dem ursprünglichen Projecte, als „nach der empirischen Formel von Redtenbacher berechnet,“ angeführt sind.

Diese Formel, welche mehr als ausreichende Wand-Dicken ergibt, hätte in der That eine verlässliche Grundlage für die Ermittlung der Rohrstärken gebildet.

Die in dem Projecte angeblich nach dieser Formel ermittelten Ziffern stimmen jedoch mit den thatsächlichen Resultaten dieser Formel in keiner Weise überein, sondern sind durchaus unrichtig berechnet.

#### Zweite Frage.

Für den Fall, dass die Wand-Dicke für unzureichend gehalten wird, um wie viele Linien sind die Wandungen der verschiedenen Röhren zu verstärken?

#### Antwort.

Die als ungenügend bezeichneten Wand-Dicken wären mindestens wie folgt zu verstärken, und zwar bei Röhren:

Von	9 Zoll Durchm.	statt $5\frac{1}{2}$ Linien	auf 6 Lin., also um $\frac{1}{2}$ Lin.
" 10 "	" "	$5\frac{1}{2}$ " "	$6\frac{1}{2}$ " " 1 "
" 12 "	" "	6 " "	7 " " 1 "
" 14 "	" "	6 " "	$7\frac{1}{2}$ " " $1\frac{1}{2}$ "
" 15 "	" "	6 " "	8 " " 2 "
" 16 "	" "	$6\frac{1}{2}$ " "	$8\frac{1}{2}$ " " 2 "
" 20 "	" "	$6\frac{1}{2}$ " "	$9\frac{1}{2}$ " " 3 "
" 24 "	" "	7 " "	$10\frac{1}{2}$ " " $3\frac{1}{2}$ "
" 25 "	" "	7 " "	$10\frac{1}{2}$ " " $3\frac{1}{2}$ "
" 26 "	" "	7 " "	11 " " 4 "
" 30 "	" "	$7\frac{1}{2}$ " "	11 " " $3\frac{1}{2}$ "
" 33 "	" "	$7\frac{1}{2}$ " "	$11\frac{1}{2}$ " " 4 "
" 36 "	" "	aus Mariazeller Gußeisen von der bisher gelieferten vorzüglichen Qualität anstatt $7\frac{1}{2}$ Linien auf 11 Linien, also um $3\frac{1}{2}$ Linien.	

Hiebei sind die verschiedenen Maximal-Druckverhältnisse entsprechend berücksichtigt.

Die Wand-Dicke der Muffen soll je nach der Röhrenweite um mindestens 2 bis 3 Linien grösser sein, als die Wand-Dicke der Röhren.

Die angegebenen vergrösserten Wand-Dicken gelten nur für gerade Röhren.

Bei den krummen und sonstigen Façonröhren — namentlich bei solchen mit grösseren Abzweigungen — muss

überdies die Wand-Dicke noch weiter angemessen verstärkt und die Widerstandsfähigkeit durch entsprechende Constructionen erhöht werden.

Bei Röhren mit kleineren Abzweigungen sollten die Stützen kürzer und stärker gehalten sein.

Auch wäre es dringend geboten, anstatt der Flanschenverbindungen womöglich nur Muffenverbindungen anzuwenden.

Wir können jedoch nicht unterlassen, zu bemerken, dass namentlich mit Rücksicht auf die bedeutend weitere Ausdehnung der niederen Stadttheile in Folge der Donau-Regulirung es für den dauernden Bestand der Röhrenleitung in den Strassen, sowie der Abzweigungen in den Häusern, ferner für die Handhabung der Schieber, Ventile, Hydranten und Hähne nothwendig ist, den übermässigen Druck des Wassers in den Röhrenleitungen der tief gelegenen Bezirke zu vermindern.

### Dritte Frage.

Ist die Qualität des Eisens von den 3 Eisengiessereien eine entsprechende, oder ist die Qualität des Eisens der einen oder der andern dieser Giessereien in Berücksichtigung der jetzigen Wandstärken eine bedenkliche?

### Antwort.

Die Qualität des Gusseisens der von den 3 Eisengiessereien bisher gelieferten Röhren ist eine sehr verschiedene.

Während das Mariazeller Gusseisen eine vorzügliche Qualität besitzt, steht jenes von Kladno und La Louvière — soweit dasselbe bisher geprüft wurde — entschieden unter dem Niveau der mittleren Qualität.

Diese beiden letzteren Gusseisensorten entsprechen in den bisherigen Lieferungen auch nicht den berechtigten Anforderungen der allgemeinen und speciellen Vertragsbedingungen.

Es ist deshalb sehr bedenklich, die grösseren Röhren mit den jetzigen geringen Wandstärken aus den bisher von Kladno und La Louvière verwendeten Eisengattungen herzustellen.

Aber selbst für Mariazeller Gusseisen, aus welchem allein die 36"-igen Röhren bestehen, ist die jetzige Wandstärke zu gering bemessen.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass viele der bisher stattgefundenen Röhren- und Muffenbrüche auch in Gussfehlern und in vertragswidriger Anfertigung der Röhren ihren Grund haben, und dass sich auf dem Depotplatze unter den probirten Röhren ebenfalls eine grosse Anzahl solcher fehlerhafter Stücke vorfindet.

Die oben angegebenen verstärkten Wand-Dicken gelten ausdrücklich nur für vertragsmässige Beschaffenheit des Gusseisens, sowie für vertragsmässige Anfertigung der Röhren und Röhrenstränge.

### Vierte Frage.

Ist die Methode, wie das Probiren der Röhren vorgenommen wird, eine zweckmässige?

### Antwort.

Die Methode des Probirens eines jeden einzelnen Rohres am Depotplatze ist eine zweckmässige, obwohl die Erprobung bis auf 20 Atmosphären wünschenswert gewesen wäre.

Jedenfalls darf von der vertragsmässig vorgeschriebenen Erprobung aller Bestandtheile der Röhrenleitung mit 15 Atmosphären nicht abgegangen werden.

Es wäre überdies empfehlenswert, aus den Dimensionen der Röhren Minimalgewichte festzustellen und solche Röhren, welche das Minimalgewicht nicht erreichen, zur Probe überhaupt nicht zuzulassen, sondern unbedingt zurückzuweisen.

Die Erprobung der einzelnen Bestandtheile am Depotplatze liefert jedoch noch keine ausreichende Bürgschaft für die Haltbarkeit der Röhrenstränge. Es ist deshalb unter den gegebenen Verhältnissen durchaus nothwendig, jeden Strang vor der vollkommenen Verschüttung einer nochmaligen Druckprobe zu unterziehen und nach Beseitigung der sich etwa zeigenden Mängel die Erprobung zu wiederholen, bis der Strang bei dem Drucke von 15 Atmosphären sich als vollkommen dicht erweist.

### Fünfte Frage.

Wäre es nicht von Vortheil, um das Zerspringen der Muffen hintanzuhalten, während der Verstemmung einen aus zwei Theilen bestehenden schmiedeisernen Ring um die Muffe zu legen, welcher mittelst zwei Schrauben an die Muffe fest angedrückt würde?

### Antwort.

Ein während der Verstemmung um die Muffe gelegter und aus zwei zusammengeschraubten Theilen bestehender Ring gewährt keine Sicherheit gegen das Springen der Muffe.

### Sechste Frage.

Sind die Einwendungen der Bauunternehmung gegen die Construction der Maschinenbestandtheile des Röhrennetzes gegründet?

### Antwort.

Nach den zu unserer Einsicht gelangten Acten beziehen sich die Einwendungen des Bauunternehmers gegen die Construction der sogenannten Maschinenbestandtheile:

- a) auf die Absperrschieber (Schreiben vom 4. Mai 1871).
- b) auf die Hydranten (Schreiben vom 13. April 1871).

Ad a. Die Einwendung der Bauunternehmung, dass die ursprünglich vorgeschriebene Construction der grossen Schieber unausführbar sei, da dieselben voraussichtlich den hohen Druck nicht aushalten, noch eine vollkommene Dichtigkeit ergeben würden, ist zum Theile begründet.

Uebrigens werden diese Schieber nach einer Construction ausgeführt, welche die Bauunternehmung seither beantragt, und die Bauleitung genehmigt hat.

Diese Construction stimmt im Principe mit dem ursprünglichen Projecte überein und weicht hiervon nur in einigen Details ab, worin allerdings eine Verbesserung erkannt wird.

Ad b. Das Bedenken der Bauunternehmung gegen die Herstellung des Hydranten-Gehäuses aus Einem Stücke ist begründet und es empfiehlt sich, die Hydranten mit einem gesonderten, sogenannten Fahrkasten zu versehen, wie dies von der Bauunternehmung beantragt wird.

Die durch diese Abänderung verursachte Ungleichförmigkeit der Hydranten wird auf den Betrieb keinen störenden Einfluss ausüben.

#### Siebente Frage.

Wäre es vorthellhaft, sämtliche Röhren von innen und aussen mit dem von Pleischl vorgeschlagenen Lacküberzug gegen das Rosten zu schützen und würde nicht bei dem Umstande, dass dadurch die Muffe sehr glatt wird, das gute Verdichten erschwert werden?

#### Antwort.

Es wäre gewiss sehr vorthellhaft, ein geeignetes Mittel anzuwenden, welches die Röhren dauernd vor dem Rosten, und das Wasser vor der hieraus entspringenden Verunreinigung schützt.

Ob aber der von Pleischl vorgeschlagene Lacküberzug dem angegebenen Zwecke vollkommen entspricht und ob die Kosten dieses Verfahrens im richtigen Verhältnisse zu den angestrebten Vorthellen stehen, lässt sich für jetzt nicht verlässlich beurtheilen, da ausreichende Erfahrungen hierüber in grösserem Massstabe nicht vorliegen.

Es wird sich jedoch mit Rücksicht auf die allfällige künftige Verwendung eines solchen Schutzmittels immerhin empfehlen, einen längeren Röhrenstrang mit Pleischl's. Lacküberzug zu versehen.

Jedenfalls unterliegt es keinem Anstande, jene Theile der Röhrenwände, mit welchen die Dichtung in Berührung kommt, von diesem Ueberzuge freizuhalten, wodurch das Bedenken wegen Erschwerung des Verdichtens der Muffen-Verbindung behoben würde.

#### Achte Frage.

Wird die Legung der schmiedeisernen Röhren unter der Sohle des Donaucanals grosse Schwierigkeiten bereiten? Oder ist es besser, die Röhren auf einer Gehbrücke aufzuhängen?

#### Antwort.

Mit Rücksicht auf anderweitige Erfahrungen und bei rationellem Vorgange ist nicht zu erwarten, dass die Legung der schmiedeisernen Röhren unter der Sohle des Donaucanals allzugrossen Schwierigkeiten unterliegen werde.

Das Aufhängen der Röhren auf eine Gehbrücke hätte wohl den grossen Vorthell der Zugänglichkeit des Röhrenstranges für sich, würde jedoch nur dann zu empfehlen sein, wenn die Röhrenleitung ausreichend gegen die Einwirkung

der Temperatur geschützt wird, und wenn die durch eine solche Brückenconstruction erwachsenden Mehrkosten wenigstens einigermaßen durch die Erleichterung des Personenverkehrs gerechtfertigt erscheinen.

Wien, am 27. Mai 1871.

Fähndrich, m. p.  
Gas-Ingenieur.

Aug. Fölsch, m. p.  
Civil-Ingenieur.

Grimburg, m. p.  
k. k. Professor.

Adolf Kreutzer, m. p.  
Ober-Ingenieur in Blansko.

Ludwig Oelwein, m. p.  
Hüttenmeister in Wengerska-Gurka.

Georg Rebhann, m. p.  
k. k. Baurath und Professor.

Peter von Rittinger, m. p.  
k. k. Ministerialrath.

Vict. v. Scheuchenstuel, m. p.  
Hüttenmeister in Wittkowitz.

## II. Motive zum Experten-Berichte

vom 27. Mai 1871.

Die Wasserversorgungs-Commission des Gemeinderathes der Stadt Wien hat, „nachdem die Arbeiten für die „Wasser-Versorgung so weit vorgeschritten sind, dass eine „grössere Quantität von Wasserleitungsröhren gegossen und „geliefert wurden — bei der grossen Wichtigkeit dieses „Zweiges des Wasserleitungs-Unternehmens und bei der absoluten Nothwendigkeit einer vollkommenen Wasserdichtigkeit des Röhrennetzes, sich veranlasst gefunden, ausser den „vorzunehmenden Proben auch eine eigene Expertise einzuleiten, um in Bezug auf das in Verwendung stehende „Eisen-Materiale, auf den Guss und die Wandstärke der Röhren, mit voller Beruhigung an die Ausführung und Vollendung der Röhrenstränge grösserer Dimensionen schreiten „zu können.“

In Ausführung dieses durch Zuschrift des Herrn Bürgermeisters vom 27. April d. J. bekannt gegebenen Beschlusses wurde den eingeladenen Experten eine Reihe von acht Fragen zur Beantwortung vorgelegt.

Durch die Feststellung von genau formulirten Fragen war der Umfang vorgeschrieben, in welchem die Vertrauensmänner der Wasserversorgungs-Commission seinerzeit ihre Arbeit durchzuführen hatten, und die Beantwortung jener acht Fragen bildete die Grenze, deren Ueberschreitung damals nicht gewünscht wurde.

Im Uebrigen blieb durch die gegebenen Verhältnisse, so wie durch den längst vollzogenen Vertrags-Abschluss und durch die schon begonnene Lieferung von Röhren, jede Discussion darüber, in welcher Weise die Bestellung von Wasserleitungs-Bestandtheilen am zweckmässigsten hätte erfolgen können, im Vorhinein gänzlich ausgeschlossen.

Die erste Frage: „Ist die Wanddicke der verschiedenen Röhren eine genügende“, führte vor Allem zur Prüfung der Art und Weise, wie die jetzigen Wanddicken seinerzeit entstanden sind.

Auf die deshalb gestellte Anfrage wurde den Experten ein mit dem Titel „Hilfstabellen“ bezeichnetes Heft

vorgelegt, welches — so weit sich ermitteln ließ — einen Theil des ursprünglichen Projectes bildet.

Die bezügliche Tabelle dieses Heftes lautet wie folgt:

### Uebersicht

der Wandstärken gusseiserner Röhren in Wiener Linien.

Durchmesser der Röhren in Zoll	Berechnet nach der Formel von Lamé unter der Annahme einer Stachen-Stoßkraft	Berechnet nach den empirischen Formeln von				Dupuit Paris Röhren	Delpardange Dijon Röhren	Angenommene Wandstärken für Wien
		Aubuisson	Wicksteed	Genieys	Redtenbacher			
3	1	5 <sup>1</sup> / <sub>12</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
4	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5	5	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
5	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
6	1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	5
7	2 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5	5	—	5
8	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6	6	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	—	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5
9	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	—	—	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
10	3 <sup>1</sup> / <sub>12</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
11	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	6
12	3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6	6	6
14	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	—	—	6
15	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6
16	5	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6	—	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
20	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
24	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7
25	7 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	9	8 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	8	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	7
26	8 <sup>1</sup> / <sub>12</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>10</sup> / <sub>11</sub>	8	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	—	—	7
28	8 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7	—	—	7
30	7	10	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7	—	—	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
33	7 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10	8	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	—	—	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
36	8 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	11	10 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

Es enthält diese Tabelle für jede der verschiedenen Röhrenweiten in den ersten Columnen die Ergebnisse der Wanddicken nach den Formeln von Lamé, d'Aubuisson, Wicksteed, Genieys und Redtenbacher, in den beiden folgenden Columnen die Wandstärke der Wasserleitungsröhren von Paris und Dijon, in der letzten Column aber diejenigen Dimensionen, welche für die Röhren Wiens angenommen wurden.

Die nähere Durchsicht der Tabelle erwies sofort, dass die dort eingeschriebenen Resultate nach den Formeln von Lamé, d'Aubuisson, Wicksteed und Genieys entweder durchgehends oder doch für die grösseren Rohrkaliber stärkere Dimensionen ergeben, als die im Projecte für die Wiener Wasserleitung normirten, dass hingegen diese letzteren fast ganz genau mit denjenigen übereinstimmen, welche laut Ueberschrift als „nach der empirischen Formel von Redtenbacher berechnet“ angeführt sind.

Da die genannte Formel bekanntermassen mehr als ausreichende Wanddicken ergibt, trotzdem aber der Zweifel über die Zulänglichkeit der vorgeschriebenen Maasse rege werden musste, so wurde zunächst zur rechnungsmässigen Prüfung jener Zifferreihe geschritten und zwar auf Grund der Formel in „Redtenbacher's Resultate für den Maschinenbau, Mannheim 1852“, welches Werk laut erhaltener Auskunft bei der Projects-Verfassung benützt worden ist. Hierbei ergab sich das überraschende Resultat, dass

jene Ziffernreihe, von 5 Zoll Rohrweite beginnend bis 36 Zoll, mit den Ergebnissen der genannten Formel nicht übereinstimmt!

Es wurden nämlich folgende Resultate gefunden:

Röhrenweite Zoll	Rohrwandstärke in Linien		Anmerkung
	Thatsächlich nach Redtenbacher's Formel	Laut Hilfstabelle angeblich nach Redtenbacher's Formel	
3	4.7	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	Nach Redtenbacher's Angabe ist in seiner Formel der Probedruck $n = 10$ Atmosphären einzusetzen, um practisch branchbare Wandstärken zu erhalten.
4	5.0	5	
5	5.3	5	
6	5.6	5	
7	5.9	5	
8	6.2	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
9	6.4	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
10	6.7	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
12	7.3	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
14	7.9	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	
15	8.1	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	
16	8.4	6	
20	9.6	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
24	10.7	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
25	11.0	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
26	11.3	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
30	12.4	7	
33	13.8	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
36	14.2	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	

Es ist mithin beinahe die ganze Ziffernreihe, welche nach Redtenbacher's Formel berechnet sein soll, im Projecte durchaus unrichtig angegeben.

Die Formel ergibt nämlich für weitere Röhren durchgehends grössere Wanddicken, und es wird mit Zunahme der Röhrenweite der unterlaufene Irrthum ein immer bedeutenderer.

Selbstverständlich liess sich durch die Expertise nicht ermitteln, ob der Fehler durch eine unrichtige Anwendung von Redtenbacher's Formel entstanden ist, oder ob trotz der Ueberschrift „nach der empirischen Formel von Redtenbacher berechnet“, überhaupt gar keine Rechnung nach jener Formel gemacht worden ist, sondern nur eine demselben Werke Redtenbacher's angehängte Tabelle mechanisch abgeschrieben wurde.

Diese Tabelle, welche mit der in dem nämlichen Werke enthaltenen Formel in gar keinem Zusammenhange steht, ist notorisch dem Werke von Genieys „Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux, Paris, 1829“ entnommen, gestattet jedoch keine Anwendung weder für grosse Rohrdurchmesser noch für grosse Druckhöhen, was später bei der Besprechung der Formel und Tabelle von Genieys noch ausführlich nachgewiesen wird (pag. 23).

Wie immer jener Irrthum in der „Hilfstabelle“ auch entstanden sein mag: Thatsache bleibt es, dass die angeblich nach Redtenbacher's Formel berechnete Ziffernreihe fast durchaus unrichtig ist, dass mit dieser unrichtigen Ziffernreihe die im Projecte vorgeschriebene Wandstärke übereinstimmt, und dass somit die Unverlässlichkeit der ersten auch auf die Unrichtigkeit der letzteren schliessen lässt

Wenn schon auf diesem Wege rechnungsmässig ein Irrthum bei Festsetzung der Wandstärke, namentlich für grössere Röhren zu erkennen war, so gelangte man auch auf anderem Wege zu der nämlichen Wahrnehmung, z. B. durch Vergleich derselben mit den für Gasröhren üblichen Wanddicken.

24zöllige Gasröhren von gutem, resp. mittelgutem Eisen erhalten gewöhnlich eine Wanddicke von 7 bis 7½ Lin. und wiegen per Baulänge von 9 Fuss ungefähr . . . . . 1330 Pfund

Die hiesigen Wasserleitungsröhren von der nämlichen Weite aus Eisen mittlerer Qualität sind beantragt mit der Wanddicke von ebenfalls . . . . . 7 Linien und dem Maximal-Gewicht von . . . . . 1339 Pfund.

Wenn man erwägt, dass der Druck auf die inneren Wandungen der Gasröhren im dauernden Betriebe einer Wassersäule von höchstens 4 bis 5 Zoll gleichkommt, während die Wasserleitungsröhren hier dem Maximal-Drucke einer Wassersäule von circa 250 Fuss Höhe und überdies noch zeitweise den unvermeidlichen heftigen Stössen des Wassers zu widerstehen haben, so drängt sich auch durch dieses Missverhältniss die Ueberzeugung auf, dass die Dimensionen des Projectes bei Weitem nicht genügen, und dass die seinerzeit von mehreren Seiten erfolgte, motivirte Ablehnung des Röhrenlieferungs-Geschäftes sowie auch anderweitig ausgesprochenen Bedenken über die zu gering bemessenen Wandstärken der Röhren nur zu begründet gewesen seien.

Nicht minder bedenklich waren andere Erscheinungen, welche bei dem Probiren der Röhren unter der Presse und im Strange aufgetreten sind: Erscheinungen, welche sich nicht nur auf die abnorme Zahl der vorgekommenen Röhrenbrüche, sondern auch auf die Art derselben beziehen.

Die Zahl der Brüche anlangend, so wurden z. B. den eingesehenen Ausweisen zufolge, von den 813 Stück 33zölligen Röhren bei der Probe nicht weniger als 109 Stück ausgeschossen. Von einer Lieferung sind sogar 30 Percent unbrauchbar befunden, was geradezu als beisspiellos bezeichnet werden muss.

Für den auf das Rohrnetz wirkenden Wasserdruck bis circa 8 Atmosphären ist, wie später dargethan wird, die Erprobung mit 15 Atmosphären eine nur geringe.

Wenn aber schon bei dieser mässigen Erprobung so zahlreiche Röhren brachen, so lässt sich auch hieraus erkennen, dass die Wandstärke derselben zu gering bemessen ist im Verhältniss zu der Eisengattung, welche für den Guss der Röhren verwendet wurde.

Bricht aber von einer Lieferung etwa 30 Percent, so ist es offenbar nur Zufall, dass der übrige Theil nicht auch schon bei der Probe zu Grunde ging, und für die Verlegung im Röhrenstrange ist die ganze Lieferung nicht geeignet.

Ebenso auffällig sind die Wahrnehmungen, welche bei den Erprobungen der gelegten Röhrenstränge bis zu 15 Atmosphären Druck beobachtet wurden.

Nach einem den Experten vorgelegenen Berichte sind von den bis März 1871 im III. Bezirke gelegten 660 Stück Röhren nicht weniger als 57 gesprungen.

Der nur 180 Klafter lange Strang von 15 zölligen Röhren auf der Landstrasse ist z. B. in der Zeit vom März bis Mai d. J. 11mal probirt worden, und 11mal fand, bevor noch der Druck von 15 Atmosphären erreicht wurde, ein Bruch der Leitung statt, bis endlich die weiteren Proben eingestellt wurden.

Nicht minder beunruhigend ist die Art der Röhrenbrüche. Wenn gleich bei manchen derselben sich wesentliche Gussfehler zeigten, welche bei guter Herstellung der Röhren nicht vorkommen dürfen, so ist in manchen anderen Fällen das Rohr förmlich auseinander gerissen, obwohl die Bruchfläche einen tadellosen Guss und die volle vorgeschriebene Wanddicke zeigte, so dass der Mangel an Widerstandsfähigkeit und die Nothwendigkeit einer bedeutenden Verstärkung zur Evidenz constatirt ist.

Wenn gleich mit diesen Wahrnehmungen schon indirecte Anhaltspunkte zur Beantwortung der ersten Frage gegeben waren, so liess sich doch erst volle Gewissheit hierüber erlangen durch Erörterung der zweiten Frage, welche Wanddicken überhaupt nothwendig seien, wie viel man also die Röhren verstärken müsse, um der voraussichtlichen Inanspruchnahme zu genügen.

Die Bestimmung der Stärke einer gewöhnlichen Eisenconstruction lässt sich in vielen Fällen nach theoretischen Grundsätzen rechnungsmässig durchführen, indem nach der bekannten Festigkeit des Materiales und nach dem Grade der erforderlichen Sicherheit die Dimensionen des Eisens mit der grössten zulässigen Inanspruchnahme in Uebereinstimmung gebracht werden.

Für gusseiserne Wasserleitungsröhren ist aber eine solche Berechnung mit Verlässlichkeit nicht durchführbar.

Die vielfach bestehenden theoretischen Formeln zur Berechnung von Wandstärken für Wasserleitungsröhren besitzen zwar die übereinstimmende Eigenschaft, dass sie für die hier in Betracht kommenden Verhältnisse stets sehr nahe durch die einfache Relation:

$$d = \frac{p D}{2 f}$$

sich ersetzen lassen, worin  $D$  den Rohrdurchmesser,  $p$  den im Rohr nach der effectiven Druckhöhe entstehenden Wasserdruck per Quadrat-Einheit der Rohrfläche,  $f$  die nach dem jeweiligen Sicherheitsgrade anzunehmende grösste zulässige Beanspruchung des Gusseisens per Quadrat-Einheit, und  $d$  die fragliche Rohrwandstärke bedeutet; allein dem Gebrauche dieser Formel stellen sich mannigfache Anstände entgegen.

Zunächst ist es eine durch die Erfahrung bestätigte längst bekante Thatsache, dass man sich hiebei mit rein theoretischen Resultaten überhaupt nicht begnügen darf, sondern dieselben jedenfalls noch um eine gewisse Grösse von 2½ bis 3½ Linien (die sogenannte Additional-Constante) ergänzen muss, theils wegen der Schwierigkeit, die Rohr-

wände gleich dick zu giessen, theils wegen der unvermeidlichen Ungleichförmigkeit im Materiale, theils wegen den zufälligen Einwirkungen, welchen die Rohre beim Transporte und beim Legen ausgesetzt sind, theils endlich wegen der im Laufe der Zeit möglichen Festigkeitsverminderung des Eisens durch das Rosten.

Allein auch die durch diese Additional-Constante (c) ergänzte theoretische Formel:

$$d = \frac{p D}{2 f} + c$$

ist erfahrungsgemäss noch immer nicht geeignet, namentlich für grössere Rohrdurchmesser als eine für die Praxis verlässliche bezeichnet zu werden, indem man hiedurch trotz aller Vorsicht leicht zu Annahmen von unzureichenden Wandstärken verleitet werden kann.

Es liegt dies auch in der Natur der Sache, denn wenn gleich der hydrostatische Druck bekannt ist, welchen das Wasser unter gewöhnlichen Verhältnissen auf die inneren Wandungen der Röhren ausübt, so fehlt doch fast ganz der Masstab für die Wirkung der Stösse, denen der Röhrenstrang in Folge des Abschliessens oder des Oeffnens von Schiebern, Hähnen und Ventilen oder in Folge anderer Verhältnisse ausgesetzt wird.

Von ebenfalls sehr schädlichem Einflusse ist ferner die Thatsache, dass durch die unausbleiblichen Setzungen des Erdreiches und des in demselben ruhenden Röhrenstranges, das Eisen der Röhren an dieser oder jener Stelle einer ausnahmsweisen starken Spannung ausgesetzt ist, deren Grenze sich jeder Berechnung entzieht.

Auch bleibt es einer, und zwar innerhalb ziemlich weiter Grenzen, beliebigen Abschätzung überlassen, wie groß die Beanspruchung des Gusseisens auf die Dauer im Maximum veranschlagt und in Rechnung genommen werden soll. Zum grossen Theile kommt dies daher, weil bei Gusseisenröhren mit innerem Drucke ganz ausnahmsweise der Fall eintritt, dass das Gusseisen hiebei vollständig auf Zug, also in einer seiner Natur am wenigsten entsprechenden Weise beansprucht wird, während bei allen sonstigen Constructionen, wo Gusseisen in Verwendung kommt, die Beanspruchung entweder ganz naturgemäss bloss auf Druck, oder doch in Bezug auf relative Festigkeit stattfindet. Aus diesem Grunde entsteht eine gewisse Unsicherheit in der Feststellung der grössten zulässigen Beanspruchung des Gusseisens in Wasserleitungsröhren, indem man bei der heiklichen Natur desselben und bei der grossen Verschiedenheit selbst einer und derselben Eisengattung stets besorgen muss, hiebei einen Fehlgriff zu machen.

Bei dieser Gelegenheit ist es am Platze, auf diejenige Zifferreihe aufmerksam zu machen, welche in der zu dem Projecte für das Wiener Wasserleitungsröhrennetz gehörigen Tabelle der Rohrwandstärken (Seite 14) mit der Ueberschrift „Nach der Formel von Lamé mit achtfacher Sicherheit“ versehen ist. Diese Zahlenreihe beginnt mit 1 Linie Wandstärke für die 3 Zoll weiten Rohre und endet mit 8 1/2 Linien Wandstärke für die 36 Zoll weiten Rohre.

Bei der im Projecte geschehenen Berechnung auf Grund der Lamé'schen Formel ist jedoch schliesslich unterlassen worden, die Rechnungsergebnisse in der üblichen Weise durch die vorangedeutete Additional-Constante zu ergänzen.

Nimmt man diese Constante mit 3 Linien an, und erhöht man die bezügliche Zifferreihe in der Projectstabelle, so ergibt sich, dass dann diese Zifferreihe mit der Wandstärke von 4 Linien für die 3 Zoll weiten Rohre beginnt, und mit 11 1/2 Linien für die 36 Zoll weiten Rohre endet.

Die in der Projectstabelle mit Bezug auf die Lamé'sche Formel angesetzten Ziffern sind somit viel zu klein, was übrigens zum Theile schon der einfache Anblick dieser Ziffern lehrt, indem es bekannt ist, dass gusseiserne Wasserleitungsröhre mit Einer Linie Wandstärke beginnend, nirgends in der Welt gegossen werden können.

Man kann füglich sich des Erstaunens nicht erwehren, wie es geschehen konnte, dass bei der Projectirung der Rohrstärken für die Wiener Wasserleitung bei den grösseren Rohrkaliern sogar noch unter diese Ziffern herabgegangen worden sei!

In Anbetracht der Unzukömmlichkeiten, welche mit der theoretischen Berechnung von Wandstärken für Wasserleitungsröhren verbunden sind, werden zur Bestimmung derselben oft sogenannte empirische Formeln angewendet, d. h. solche Formeln, welche aus Erfahrungsergebnissen nach ausgeführten Wasserleitungen entwickelt sind.

Es bestehen mehrere solche empirische Formeln, z. B. nach d'Aubuisson, Morin, Wicksteed, Genieys, Redtenbacher.

Die practische Anwendung dieser Formeln bedarf jedoch immer grosser Vorsicht. Denn einestheils ist in denselben gewöhnlich auf die grössere oder geringere Güte des Eisen-Materials, sowie auf die Beschaffenheit des Gusses keine genügende Rücksicht genommen, andererseits bleibt bei demselben zuweilen der Druck, welchem die Leitungen dauernd zu widerstehen haben, zum Theile oder ganz ohne Beachtung. Endlich aber stammt die Mehrzahl solcher Formeln aus einer Zeit, wo Wasserleitungsröhren von sehr grossen Weiten noch selten oder gar nicht zur Anwendung gelangten.

Zu diesen letzteren Formeln gehört insbesondere die auch in der Projectstabelle bezogene alte Formel nach Genieys (1829):

$$d = 0.0007 n D + 0.01,$$

in welcher die Wandstärke  $d$  und der Rohrdurchmesser  $D$  in Metern verstanden sind,  $n$  aber den Druck in Atmosphären bedeutet, unter dem die Rohre probirt werden.

Genieys machte hiebei die Voraussetzung, dass der Probedruck mindestens das Dreifache des effectiven Druckes in den Rohren betragen sollte. Er hatte in der That, als er seine Formel mit den ausgeführten Rohrstärken der alten Pariser Wasserleitung aus dem Canal von Ourcq verglichen, den bezüglichen Probedruck mit 10 Atmosphären in Rechnung gebracht, welcher, da dort der effective Was-

serdruck nur  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Atmosphären ist, das  $6\frac{1}{2}$ - beziehungsweise 5-fache dieses Druckes beträgt. Ausserdem hatte Genieys bei der Construction seiner Formel die Zerreiissungsfestigkeit des Gusseisens mit 28 Kilogramm per □Millimeter oder mit circa 350 Wiener Zentner per □Zoll angenommen, welche Ziffer ganz beispieillos da steht und offenbar nur auf einem Irrthum beruhen kann, nachdem es erfahrungsmässig gewagt ist, selbst dem besten Eisen wie es zum Röhrengusse verwendet wird, die Hälfte jener von Genieys angenommenen Festigkeit zuzumuthen. Im Weiteren ließ Genieys den vierten Theil der Festigkeit, also mehr als 87 Centner per □Zoll als grösste Beanspruchung des Gusseisens für die Röhrenprobe zu, welche Ziffer ebenfalls weitaus übertrieben ist.

Nur der Umstand, dass Genieys bei der Prüfung seiner Formel thatsächlich einen Probedruck in Rechnung nahm, der mehr als das 5fache des effectiven Druckes beträgt, dann der weitere Umstand, dass er die übliche Additional-Constante in der bedeutenden Höhe von 10 Millimetern = 4.6 Linien annahm, endlich, weil er seine practischen Vergleiche nur bis zu dem Rohrkaliber von 32 Centimetern = 12.1 Zollen anstellte, lässt es erklären, dass nicht schon Genieys selbst auf das Ungehörige seiner Annahmen aufmerksam geworden ist, und dass er sich verleiten liess, eine eigene Tabelle für die Wandstärken gusseiserner Rohre aufzustellen, in welcher sogar ganz unberechtigter Weise Rohrkaliber bis zu Einem Meter noch berücksichtigt erscheinen.

Da zudem in dieser seiner Tabelle der Probedruck für die Rohre nur mit 10 Atmosphären angenommen ist, und nach des Autor's eigenem Ausspruche der Probedruck mindestens das Dreifache des effectiven Druckes in den Röhren betragen soll, so ist dadurch zur Evidenz nachgewiesen, dass die Anwendung der Formel und Tabelle von Genieys auf den Fall der Wiener Wasserleitung ganz unstatthaft ist, und überhaupt sich nicht rechtfertigen lässt. In der That wurden selbst in Frankreich, wo die Resultate von Genieys entstanden, diese letzteren schon längst verworfen, wie der Vorgang bei der neuen Pariser Wasserleitung beweiset, wo man die Formel von Genieys durch eine andere ersetzte, welche namentlich für grössere Rohrkaliber bedeutendere Wandstärken ergibt.

Wenn daher diese unbrauchbare Tabelle von Genieys und noch dazu ohne Angabe der Bezugsquelle und der Bedingungen, unter denen dieselbe entstand, in das Werk Redtenbacher's „Resultate für den Maschinenbau“ übergang, und wenn in der Hilfstabelle für die Rohrwandstärken der Wiener Wasserleitung nicht, wie es dort wörtlich heisst, die Formel Redtenbacher's, sondern die von diesem gleichzeitig angegebene unbrauchbare Tabelle benützt worden ist; so kann diese für die Wiener Wasserleitung so verhängnissvoll gewordene Thatsache nur als warnendes Beispiel hingestellt werden, dass in ähnlichen Fällen die nöthig scheinenden Daten nicht mechanisch aus Büchern und Schriften entlehnt werden dürfen, sondern dass hiebei mit

der nöthigen Vorsicht vorgegangen werden muss, um bei der Auswahl der Daten nicht irregeleitet zu werden.

Dieser Irrthum wäre übrigens leicht zu vermeiden gewesen, wenn die Ziffern der aus Redtenbacher's Buch benützten Tabelle mit der in demselben Buche voranstehenden Formel gleich anfänglich verglichen worden wären, indem es dadurch sogleich offenkundig geworden sein würde, dass die Tabelle mit der Formel in keiner Weise übereinstimmt, sondern dass die Formel ganz andere Resultate für die Rohrwandstärken ergibt.

Die von Genieys aufgestellte Formel und Tabelle sind somit veraltet und unbrauchbar, wenn gleich die bezüglichen Resultate für kleinere Rohrkaliber noch ausreichend sind.

Ueberhaupt haben alle die verschiedenen empirischen Formeln und Tabellen die Eigenschaft, dass sie für kleinere Rohrkaliber nur wenig von einander abweichende Wandstärken ergeben. So z. B. schwankt nach denselben die Wandstärke für Röhren von 8 Zoll Weite zwischen 5 und 6 Linien.

Die nämlichen Formeln führen hingegen für Röhren von grösserem Kaliber zu Resultaten, welche mitunter bedeutend von einander abweichen.

So würde man z. B. für 2 und 3 Fuss weite Röhren finden:

Empirische Formeln	Für den Rohr-Durchmesser		Anmerkung
	$D = 24$ Zoll	$D = 36$ Zoll	
	Rohrwandstärke $d$ in Linien		
Nach der alten Formel von d'Aubuisson (1838): $d = 0.015 D + 0.01$ Meter . .	8.9	11.0	Basirt auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Atm. Betriebsdruck, 10 Atm. Probedruck und Gusseisen best. Qualität.
Nach der von Hagen aus den practischen Angaben von Wicksteed (1838) abgeleiteten Formel: $d = 0.013 D + 0.41$ Zoll . . .	8.7	10.5	Basirt auf Daten von 3 bis 18 Zoll Rohrweite.
Nach der früher erwähnten Formel Redtenbacher's (1852), welche eigentlich von Morin her stammt: $d = 0.00238 n D + 0.85$ Centim.	10.7	14.2	Nach des Autors Angabe ist für practisch brauchbare Resultate der Probedruck $n = 10$ in Rechnung zu nehmen.
Wenn in dieser Formel der Probedruck $n = 15$ gesetzt würde .	14.2	19.3	Offenbar zu reichlich bemessene Resultate.
Nach Dupuit's Formel (Paris 1854): $d = 0.016 D + 0.008$ Meter . .	8.3	10.6	Vorausgesetzter Betriebsdruck $1\frac{1}{2}$ bis 2 Atmosphären. Probedruck 10 Atmosphären. Gusseisen bester Gattung.

Von anderen Formeln, welche mitunter als empirische Formeln angegeben werden, ist entweder der Ursprung oder es sind die Bedingungen unbekannt, unter denen dieselben gelten sollen; auch wird die Bestätigung vermisst, ob die Resultate solcher Formeln mit den practischen Ergebnissen ausgeführter Wasserleitungen wirklich verglichen worden seien.



Im Ganzen genommen, deuten übrigens die Resultate dieser Formeln — namentlich für grössere Rohrkaliber — auf weit stärkere Wanddicken hin, als bisher im Projecte für die Wiener Wasserleitung angenommen wurden.

Es ist jedoch, wie im Vorstehenden erläutert, auf dem Wege der Rechnung ein vollkommen verlässliches Resultat nicht zu erzielen.

Solche berechnete Wandstärken mögen als approximativer Anhalt für ein Project und etwa auch zur annäherungsweise Ausmittlung der Eisengewichte wie zur Aufstellung von Kosten-Voranschlägen dienen.

Sie genügen aber sicher nicht als unbedingte Basis für die Bauausführung, sondern dieser muss jedenfalls die sorgfältigste Prüfung der Frage vorausgehen, ob die projectirten Wandstärken auch mit Rücksicht auf die verwendeten Eisengattungen zutreffend und zweckentsprechend seien.

Dabei ist man vor Allem auf den entsprechenden Vergleich mit den bei anderen ähnlichen Anlagen gewonnenen Erfahrungsergebnissen angewiesen.

Bei diesem nünmehr von den Experten gemachten Vergleiche behufs der Verwerthung der in anderen Städten gemachten Erfahrungen wurde vor Allem festgehalten:

- a) in Bezug auf die Beschaffenheit des Eisens, dass nach §. 5 der den Experten mitgetheilten speciellen Baubedingnisse \*) die zu beurtheilenden resp.

\*) Die hauptsächlichsten hier in Betracht kommenden Bestimmungen des Bedingnisheftes für die Herstellung des Röhrennetzes innerhalb der Linien Wien's lauten wie folgt:

#### §. 3.

„Die Röhren sind aus feinkörnigem grauem Gusseisen zu liefern und es darf das Materiale derselben nicht hart oder spröde sein und es muss sich mit der Feile und dem Meissel leicht bearbeiten lassen.“

„Sämmtliche Gussstücke müssen von aussen und innen von Gussand und an den Gussnäthen vollständig gereinigt sein.“

„Röhren mit sichtbaren Gussfehlern irgend welcher Art, als Blasen, Blättern, eingegossenen Steinchen, Kaltguss und dergleichen, werden unbedingt zurückgewiesen; ebenso Röhren, welche eingegossene Stellen von Zink, Blei oder einem anderen Materiale enthalten, oder deren Oberfläche mit Theer, oder irgend einer anderen Farbe unkenntlich gemacht worden wäre.“

„Alle Röhren von 6' Baulänge und darüber müssen stehend mit der Muffe oder Flansche nach abwärts in gut ausgetrockneten Formen gegossen und dürfen nicht aus dem Sande gezogen werden, bevor das Eisen vollständig abgekühlt ist.“

#### §. 4.

„In Bezug auf die Form, namentlich auf den lichten Durchmesser, müssen die Röhren genau mit den in der Zeichnung eingeschriebenen Massen, welche die Wiener Klafter, der Wiener Fuss, der Wiener Zoll und die Wiener Linie sind, übereinstimmen, und es würde jedes Rohr, welches in dieser Beziehung eine Abweichung, besonders eine Verengung zeigt, zurückgewiesen werden; ebenso wird die kreisrunde Form der Röhren und die Concentricität der Röhrenwände, das heisst deren gleichförmige Wandstärke genau untersucht werden, und es würde die Zurückweisung der Röhren erfolgen, wenn der Unterschied der grössten und kleinsten Wanddicken an beliebigen Stellen gemessen zwei Linien erreichen würde.“

#### §. 5.

Bezüglich der Wanddicken ist folgendes zu bemerken:

„Die in den Zeichnungen und Beschreibungen für jeden Durchmesser angenommene Wanddicke ist unter der Voraussetzung einer Eisenqualität von mittlerer

richtig zu stellenden Wanddicken der verschiedenen Röhrengattungen „unter der Voraussetzung einer Eisenqualität von mittlerer Güte angenommen wurden.“

Der gegenwärtigen Sachlage entsprechend, ist diese Vertragsbestimmung als massgebend für die Beurtheilung der Röhrenwandstärke zu betrachten;

- b) in Bezug auf die Druckverhältnisse, dass nach dem Projecte das Röhrennetz durch Reservoirs von 250 resp. 278 Fuss über Null gespeist werden soll, und

„Güte angenommen worden, und es sind entsprechend dieser Wandstärke die Rohrgewichte berechnet, welche für die Berechnung der Verdienstsumme als Maximalgewichte anzusehen sind.“

„Es steht indessen jeder Giesserei frei, je nach der Qualität ihres Eisens mit Rücksicht auf die in §. 14 erwähnte Probe der Röhren grössere Wanddicken in Anwendung zu bringen.“

#### §. 14.

„Die gelieferten Röhren und Maschinen-Bestandtheile sind von dem Contrahenten unter Ueberwachung der Bauleitung in jener Reihenfolge, welche zur Förderung der Arbeiten zweckdienlich ist, auf dem erwähnten Depotplatze in Wien der Prüfung mit der hydraulischen Presse bis auf 15 Atmosphären zu unterziehen, und unter diesem Drucke einige Zeit zu belassen.“ Bei dieser Prüfung behält sich die Bauleitung die eingehendste Controlle bezüglich der Qualität des Materiales, der richtigen Form der Gussstücke u. s. w. vor.“

„Jene Röhren und Maschinen-Bestandtheile, welche bei der Untersuchung nicht als qualitätsmässig befunden wurden, hat der Unternehmer sofort vom Depotplatze zu entfernen.“

„Nach erfolgter Probe werden jene Röhren und Maschinen-Bestandtheile, welche qualitätsmässig befunden werden, in Gegenwart der städtischen Buchhaltung der Abwägung unterzogen, und wird hierüber ein besonderes Journal geführt, welches die Grundlage für die Verification der vorzulegenden Rechnung zu bieten hat.“

#### §. 40.

„Die Bauleitung behält sich ausdrücklich das Recht vor, noch vor der probeweisen Füllung der Röhrenstränge mit Hochquellen-Wasser, welche voraussichtlich erst im 4. Baujahre erfolgen kann, jeden fertig hergestellten Röhrenstrang mit Wasser zu füllen, dasselbe mittelst hydraulischer Pressen, welche die Commune beistellt, eventuell bis zu 15 Atmosphären zu spannen und in solcher Weise die Dichtigkeit der hergestellten Verbindungen sowie den unbeschädigten Zustand der einzelnen Bestandtheile des Röhrennetzes zu prüfen.“

(Für die Hauptröhrenzüge ausserhalb der Stadt wurde die Prüfung mit 12 Atmosphären vorbehalten.)

#### §. 46.

„Die Bezahlung für die Röhren- und Maschinenbestandtheile erfolgt per Wiener Zentner nach dem Nettogewichte, welches auf dem Depotplatze ausgemittelt wird, wobei zu bemerken ist, dass die veranschlagten Gewichte als Maximalgewichte anzusehen sind, welche durchschnittlich nicht überschritten werden sollen.“

„Wenn das wirkliche Gesamtgewicht der Röhren eines und desselben Durchmessers oder irgend einer Kategorie von Maschinenbestandtheilen (die mit einem und demselben Einheitspreise veranschlagt sind) das für diese ganze Lieferung zu berechnende Maximalgewicht überschreiten sollte, so würde für das Mehrgewicht keine Zahlung geleistet werden.“

„Sollten einzelne Röhren- oder Maschinenbestandtheile nach erfolgter Probirung und Abwägung, sei es auf dem Depotplatze selbst oder während der Legung oder nach derselben Beschädigungen erleiden, welche deren Verwendung für die Zwecke der Wasserversorgung Wien's nicht gestatten, so werden über erfolgte Anzeige des Unternehmers (§. 37) die Gewichte dieser Bestandtheile in Abrechnung gebracht.“



dass die meisten Röhrengattungen dauernd dem Drucke von 6 bis 8 Atmosphären zu widerstehen haben.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, wurde der Vergleich für eine Reihe von Städten durchgeführt.

Der Kürze halber sind nachstehend nur die Angaben auf die hauptsächlichsten grösseren und grössten Röhrenweiten beschränkt:

### Paris.

Die Röhren der neuen Wasserleitung messen:

bei 25 cent. Durchm. 12 mill. Wandst., oder bei $9\frac{1}{2}$ Zoll Weite $5\frac{1}{2}$ Lin.									
" 30	"	"	13	"	"	"	$11\frac{3}{8}$	"	6
" 35	"	"	14	"	"	"	$13\frac{1}{4}$	"	$6\frac{3}{8}$
" 40	"	"	$14\frac{1}{2}$	"	"	"	$15\frac{1}{8}$	"	$6\frac{5}{8}$
" 50	"	"	16	"	"	"	19	"	$7\frac{1}{4}$
" 60	"	"	18	"	"	"	$22\frac{3}{4}$	"	$8\frac{1}{4}$

Von den Röhren grösserer Dimensionen liegt augenblicklich wohl das Gewicht, nicht aber die Wanddicke vor.

Für das Eisen der Pariser Röhren ist nach den Lieferungs-Verträgen „die beste Beschaffenheit“ vorgeschrieben, was selbstverständlich schwächere Wandstärken zulässt, als bei Voraussetzung eines Eisens von „mittlerer Qualität.“

Paris ist je nach der Höhenlage in verschiedene Versorgungszonen eingetheilt. Die Druckhöhen sind nicht überall gleich, jedoch geringer, als für Wien beantragt wurde.

Man hat in Paris sämtliche grössere Röhrenstränge nicht frei in die Erde, sondern in gemauerte Canäle auf eiserne Consolen gelegt.

Demzufolge lässt sich der Röhrenstrang nicht nur viel leichter und sicherer herstellen, sondern derselbe bleibt jederzeit leicht zugänglich, und ist auch vor schädlichen äusseren Einflüssen, namentlich vor den Senkungen des Erdreiches geschützt.

In Folge aller dieser ausnahmsweisen Umstände genügte für die Pariser Wasserleitungsröhren eine Wandstärke, welche nach den hiesigen Verhältnissen nicht zulässig ist.

Uebrigens sind schon die Pariser Röhren von grösserer Weite namhaft dicker als jene, welche bisher für Wien gegossen wurden.

Die früheren Pariser Wasserleitungsröhren, welche seinerzeit nicht in gemauerte Unrathscanäle, sondern frei in das Erdreich verlegt wurden, hatten die folgenden Ausmasse:

bei 25 cent. Weite 15 mill. Wandst., oder bei $9\frac{1}{2}$ Zoll Weite $6\frac{3}{4}$ Lin.									
" 30	"	"	16	"	"	"	$11\frac{3}{8}$	"	$7\frac{1}{4}$
" 35	"	"	17	"	"	"	$13\frac{1}{4}$	"	$7\frac{3}{4}$
" 40	"	"	18	"	"	"	$15\frac{1}{8}$	"	$8\frac{1}{4}$
" 45	"	"	19	"	"	"	17	"	$8\frac{5}{8}$
" 50	"	"	20	"	"	"	19	"	9
" 60	"	"	22	"	"	"	$22\frac{3}{4}$	"	10

bei einem Wasserdruck von 46 bis 48 Meter, gleich circa 148 Fuss.

### Lyon.

Die Dimensionen der für die neue Wasserleitung verwendeten Hauptleitungsröhren sind wie folgt:

bei 25 cent. Weite $10\frac{1}{2}$ mill. Stärke, oder bei $9\frac{1}{2}$ Zoll Weite $4\frac{3}{4}$ Lin. Stärke									
" 30	"	"	$11\frac{1}{2}$	"	"	"	$11\frac{3}{8}$	"	$5\frac{1}{4}$
" 35	"	"	$12\frac{1}{2}$	"	"	"	$13\frac{1}{4}$	"	$5\frac{3}{4}$
" 40	"	"	13	"	"	"	$15\frac{1}{8}$	"	6
" 50	"	"	14	"	"	"	19	"	$6\frac{5}{8}$
" 60	"	"	16	"	"	"	$22\frac{3}{4}$	"	$7\frac{1}{4}$

Das Eisen, welches zum Gusse dieser Röhren in Fourchambault verwendet wurde, ist von vorzüglicher Qualität.

Der Gesellschaft (Compagnie des eaux) wurde von der Communal-Verwaltung das Recht zugestanden, die grösseren Röhrenstränge in das Innere der Unrathscanäle legen zu dürfen, wie dies in Paris geschah.

Die Stadt ist je nach der Höhenlage in drei verschiedene Versorgungszonen eingetheilt, der Art, dass der Druck in den niederen Stadttheilen nicht mehr als 160 Fuss beträgt, was durch ein besonderes Reservoir bei Montessuy geregelt wird.

### Dijon.

Nach der Seite 14 angeführten Tabelle, welche dem Projecte für Wien beigelegt war, sollen in Dijon Röhren von 15, 16, 20 und 24 Zoll Weite gelegt sein, mit Wandstärken von  $6\frac{1}{8}$  respective  $6\frac{1}{4}$ ,  $7\frac{1}{4}$  und  $8\frac{1}{8}$  Linien Wanddicke.

Diese Angaben haben sich als durchaus unrichtig herausgestellt, denn nach der vom Erbauer des Wasserwerks veröffentlichten authentischen Beschreibung messen die weitesten dort gelegten Röhren nur 35 Centimeter, gleich  $13\frac{1}{4}$  Zoll Weite.

Die wirklichen Abmessungen der grösseren Röhrengattungen von Dijon sind wie folgt:

bei 19 cent. Weite $14\frac{1}{2}$ mill. Stärke gleich $7\frac{1}{4}$ Zoll Weite in $6\frac{3}{4}$ Lin. Stärke									
" 21.6	"	"	15	"	"	"	$8\frac{1}{4}$	"	$6\frac{3}{4}$
" 35	"	"	17	"	"	"	$13\frac{1}{4}$	"	$7\frac{3}{4}$

Die Niveau-Differenz zwischen dem Hoch-Reservoir und dem niedrigsten Auslaufsstand in den Strassen beträgt nur 25 Meter, gleich 77 Fuss, ist also sehr gering im Vergleich zu dem hohen Drucke, welcher für Wien projectirt wurde.

### Cöln.

Die Wandstärken der für die neue Wasserleitung verwendeten Röhren betragen:

bei 12 Zoll Weite 6 Linien Wanddicke					
" 14	"	"	$6\frac{1}{2}$	"	"
" 16	"	"	7	"	"
" 18	"	"	$7\frac{1}{2}$	"	"
" 20	"	"	8	"	"
" 24	"	"	$8\frac{1}{2}$	"	"
" 27	"	"	9	"	"
" 30	"	"	9	"	"

Die Röhren wurden sämtlich von der wegen ihres vortrefflichen Materiales und ihres präzisen Gusses berühmten Cölnischen Maschinenbau-Actiengesellschaft geliefert.

Sämmtliche Röhren sind auf 15 Atmosphären erprobt, obwohl der Druck im Rohrnetze nur 145 Fuss beträgt.

Für den nach dem Projecte für Wien beantragten weit höheren Druck sind die in Cöln verwendeten Wandstärken selbstverständlich nicht ausreichend.

### Magdeburg.

Die in der bekannten Maschinenfabrik von Freund zu Berlin gegossenen Röhren haben nachstehende Wandstärken:

bei 9 Zoll Weite	5 $\frac{3}{4}$ Linien	
" 12 "	" 6 $\frac{1}{2}$ "	"
" 15 "	" 7 $\frac{1}{4}$ "	"
" 18 "	" 7 $\frac{1}{2}$ "	"
" 20 "	" 8 $\frac{3}{8}$ "	"
" 22 "	" 9 "	"

Der Druck des Wassers in dem Röhrennetze beträgt 140 bis 150 Fuss, also ungefähr die Hälfte dessen, was für Wien beantragt wurde.

### Zürich

ist neuerdings wiederholt als Beispiel einer Wasserleitung genannt, bei welcher Röhren mit sehr geringen Wandstärken zur Verwendung gelangten.

Die Dimensionen dieser Röhren sind nämlich, wie folgt:

bei 25 cent. Weite 10 mill. Wandst., oder bei 9 $\frac{1}{2}$ Zoll Weite 4 $\frac{1}{2}$ Lin. Wandd.					
" 30 "	" 10 "	" "	" 11 $\frac{3}{8}$ "	" 4 $\frac{1}{2}$ "	" "
" 35 "	" 11 "	" "	" 13 $\frac{1}{4}$ "	" 5 "	" "
" 40 "	" 12 "	" "	" 15 $\frac{1}{8}$ "	" 5 $\frac{1}{2}$ "	" "
" 45 "	" 14 "	" "	" 17 "	" 6 $\frac{3}{8}$ "	" "

Es sind diese Röhren von ausserordentlich zähem Jura-Eisen sehr sorgfältig gegossen.

Der Druck in den Leitungen der unteren Stadttheile beträgt 44 Meter (gleich 139 Fuss), doch ist die Möglichkeit einer Verbindung mit der abgesonderten höheren Versorgungs-Zone (88 Meter) für besondere Fälle vorgesehen.

Ein jedes Rohr wird vor der Verlegung mit 20 Atmosphären geprüft.

Da die Wasserleitung in Zürich noch nicht ganz vollendet ist, so wird sich erst später im Laufe der Zeit beurtheilen lassen, inwieweit der dort gemachte Versuch gelingt, und ob die seltene Güte des Materiales wirklich so ausserordentlich dünne Wandstärken zulässt.

Uebrigens sind während der bisherigen Bauführung für die Muffen schon stärkere Dimensionen, als man ursprünglich projectirt und ausgeführt hatte, in Folge von ungünstigen Erfahrungen angewendet worden.

### Braunschweig.

Die zur Herstellung der neuen Wasserleitung verwendeten Röhren haben nachbenannte Wanddicken:

bei 8 Zoll Durchmesser	5 $\frac{1}{2}$ Linien Wanddicke	
" 10 "	" 6 "	"
" 14 "	" 7 "	"
" 15 "	" 7 $\frac{1}{4}$ "	"
" 18 "	" 7 $\frac{1}{2}$ "	"

Die Röhren wurden in der Egestorffschen Fabrik zu Linden bei Hannover mit besonderer Sorgfalt aus vorzüglichem Material hergestellt.

Das seit November 1864 in Betrieb gesetzte Leitungsnetz steht unter einem Maximaldruck von nur 140 Fuss.

### Wiesbaden.

Die neue kürzlich vollendete Wasserleitung hat Röhren von den folgenden Abmessungen:

bis 15 cent. Weite 12 Mill. Wandst., oder 5 $\frac{3}{4}$ Zoll Weite	5 $\frac{1}{2}$ Linien	
" 20 "	" 13 "	" 7 $\frac{1}{2}$ " " 6 "
" 25 "	" 14 "	" 9 $\frac{1}{2}$ " " 6 $\frac{3}{8}$ "
" 36 "	" 16 "	" 13 $\frac{1}{2}$ " " 7 $\frac{1}{4}$ "

Die Röhren und Façonstücke sind von Gebr. Bocking aus der Hallberger Hütte bei Saarbrücken geliefert und sauber gegossen.

Der Druck im Röhrennetze beträgt 4 bis 9 Atmosphären.

Es wurde jedes einzelne Rohr unter der Presse auf 20 Atmosphären erprobt.

### Stettin.

Die ebenfalls von vorzüglichem Gusse durch die Cölnische Maschinenbau-Actien-Gesellschaft angefertigten Röhren der neuen Stettiner Wasserleitung erhielten die folgenden Dimensionen:

bei 6 Zoll Weite	4 $\frac{1}{2}$ Linien	Wand-Dicke
" 8 "	" 5 $\frac{1}{4}$ "	" "
" 10 "	" 5 $\frac{3}{4}$ "	" "
" 12 "	" 6 $\frac{1}{2}$ "	" "
" 16 "	" 7 $\frac{1}{2}$ "	" "

Der Druck in dem Röhrennetze überschreitet nicht 130 Fuss, ist also kaum die Hälfte desjenigen, welcher für Wien projectirt wurde.

Jedes Rohr wurde mit 15 Atmosphären geprüft.

### Lübeck.

Für die seit 4 Jahren in Betrieb gesetzte neue Wasserleitung sind an grösseren Röhren verwendet:

von 6 Zoll Weite mit	4 $\frac{1}{2}$ Linien	Wanddicke
" 8 "	" 5 $\frac{1}{2}$ "	" "
" 10 "	" 6 $\frac{1}{8}$ "	" "
" 12 "	" 6 $\frac{1}{2}$ "	" "

Die Röhren sind aus der Fabrik von Cochrane, Grove & Comp. zu Middlesbro' on Tees und Dudley in Staffordshire.

Jedes Rohr ist einzeln und alsdann jeder gelegte Strang auf 10 Atmosphären probirt worden.

Die Maximal-Druckhöhe im Röhrennetze beträgt 112 Fuss.

### Frankfurt

soll eine neue Wasserleitung vom Vogelsberge her erhalten.

Den Dimensionen der Röhren für jene Wasserleitung haben — dem Vernehmen nach — seinerzeit jene des Projectes für Wien als Muster gedient.

Man darf also jetzt nicht umgekehrt, bei Prüfung der hiesigen Röhren-Ausmasse, diejenigen von Frankfurt als Grundlage benützen.

### Carlsruhe.

Das Bedingnisheft für eine kürzlich daselbst hergestellte Wasserleitung bestimmt die nachbenannten Rohrstärken:

bei 15 Cent. Weite 11 Mill. Wandst., oder	5 $\frac{3}{4}$ Zoll Weite 5 Lin. Wandd.
" 18 bis 21 " 12 " "	" 6 $\frac{3}{4}$ bis 8 " 5 $\frac{1}{2}$ " "
" 24 " 27 " 13 " "	" 9 $\frac{1}{4}$ " 10 $\frac{1}{4}$ " 6 " "
" 30 " 33 " 14 " "	" 11 $\frac{3}{8}$ " 12 $\frac{1}{2}$ " 6 $\frac{3}{8}$ " "

Die Röhren von gutem Guss sind theils von Haldy, Roechling & Comp. in Pont-à-Mousson, theils von Gebrüder Gienauth in der Rheinpfalz bezogen.

Trotz des sehr geringen Maximal-Wasserdruckes von nur 29 Meter (91 Fuss) wurde jedes einzelne Rohr vor dessen Verlegung mit 16 Atmosphären erprobt.

### Berlin.

Es messen die in der berühmten Freund'schen Giesserei zu Berlin angefertigten Röhren der Berliner Wasserleitung:

bei 9 Zoll Weite	5 $\frac{3}{4}$ Linien Wanddicke.
" 10 " "	6 " "
" 11 " "	6 $\frac{1}{4}$ " "
" 12 " "	6 $\frac{5}{8}$ " "
" 15 " "	7 $\frac{1}{2}$ " "
" 16 " "	8 $\frac{1}{4}$ " "
" 18 " "	8 $\frac{1}{2}$ " "
" 24 " "	10 $\frac{1}{4}$ " "
" 28 " "	10 $\frac{1}{4}$ " "
" 30 " "	10 $\frac{1}{2}$ " "

Alle Röhren sind auf 12 Atmosphären geprüft.

### Dortmund.

Es ist diese jetzt in Ausführung begriffene Wasserleitung besonders eigenthümlich dadurch, dass der Maximal-Druck in einem Theile der Leitungen nicht weniger als 340 Fuss betragen wird.

Die Wandstärken der verschiedenen Rohrgattungen sind folgende:

bei 7 Zoll Weite mit 6 Linien Dicke
" 9 " " 6 $\frac{3}{4}$ " "
" 12 " " 7 $\frac{1}{2}$ " "
" 14 " " 8 " "
" 16 " " 8 $\frac{1}{4}$ " "
" 18 " " 9 " "
" 20 " " 9 $\frac{3}{4}$ " "

Die Anfertigung der Röhren geschieht in den Werken der Cölnischen Maschinenbau-Actien-Gesellschaft und der Friedrich-Wilhelm-Hütte zu Mühlheim a/d. Ruhr.

Obwohl diese beiden Werke bei allen ihren Röhren ein Material von mehr als mittlerer Qualität liefern, so wurde doch für den vorliegenden Zweck die Anwendung von besonders widerstandsfähigem zähem Eisen vorgeschrieben.

Jedes einzelne Rohr wird auf 25 Atmosphären erprobt.

### Hamburg.

Für die in den letzten Jahren ausgeführten namhaften Ausdehnungen der Hamburger Stadt-Wasserkunst wurden Hauptleitungen von nachbenannten Dimensionen verwendet:

von 9 Zoll Weite mit 6 Linien Wanddicke
" 12 " " 7 $\frac{1}{2}$ " "
" 14 " " 9 " "
" 16 " " 9 " "
" 18 " " 9 " "
" 20 " " 10 $\frac{1}{2}$ " "
" 24 " " 12 " "
" 36 " " 16 $\frac{1}{2}$ " "

Die Röhren sind grösstentheils von englischen Werken geliefert und wurden sämmtlich vor der Verlegung mit 400 Fuss (circa 12 Atmosphären) Druck probirt.

Der Maximaldruck im Röhrennetze ist seit mehr als 10 Jahren auf 140 bis 150 Fuss herabgesetzt.

### Madrid.

Einem französischen Werke wurde die Notiz entnommen, dass mündlichen Mittheilungen zufolge, im Jahre 1856 für die Wasserleitung von Madrid circa 1000 Meter Röhren von 92 Cmtr. Weite mit 16 bis 18 Mill. Wandstärke (also für nahezu 35 Zoll Weite mit 7 $\frac{1}{4}$  bis 8 $\frac{1}{4}$  Linien Wandstärke) in Fourchambault angefertigt seien.

Abgesehen von der Unverlässlichkeit, welche sich in der nur gerüchswaisen Anführung dieser Notiz und in der Unbestimmtheit der Ziffern ausprägt, ist jedoch durch andere vertrauenswürdige Berichte bekannt, dass jene 92 Cmtr. weiten, aus bestem Material angefertigten Röhren in Wirklichkeit mit 20 Mill. (vollen 9 Linien Dicke) hergestellt sind, und dass dieselben nicht für das städtische Röhrennetz in Madrid, sondern für ein in dem Aquaeduct Isabella II eingeschaltetes Syphon mit nur geringer Druckhöhe dienen.

### Brüssel.

Für diese in den Jahren 1853/5 eröffnete neue Wasserleitung wurden die Röhren anfänglich nach folgenden Dimensionen angefertigt:

von 20 cent. Weite 10 $\frac{1}{2}$ mill. Wandst., oder 7 $\frac{1}{2}$ Zoll Weite 4 $\frac{3}{4}$ Lin. Wandd.
" 25 " " 11 $\frac{1}{2}$ " " 9 $\frac{1}{2}$ " " 5 $\frac{1}{4}$ " "
" 30 " " 13 " " 11 $\frac{3}{8}$ " " 6 " "
" 40 " " 14 " " 15 $\frac{1}{8}$ " " 6 $\frac{3}{8}$ " "
" 45 " " 15 " " 17 " " 6 $\frac{3}{4}$ " "
" 50 " " 16 " " 19 " " 7 $\frac{1}{4}$ " "
" 60 " " 18 " " 22 $\frac{3}{4}$ " " 8 $\frac{1}{4}$ " "

Diese Dimensionen, welche für die grossen Röhrengattungen etwas stärker sind, als man sie hier bisher angewendete, haben sich sofort bei Beginn der Röhrenlegung als unzureichend erwiesen. In Folge dieser Erfahrung wurden unverzüglich stärkere Röhren gegossen und zwar von folgenden Ausmassen:

von 20 cent. Weite 13 $\frac{1}{2}$ mill. Wandst., oder 7 $\frac{1}{2}$ Zoll Weite 6 $\frac{1}{4}$ Lin. Wandd.
" 25 " " 14 $\frac{1}{2}$ " " 9 $\frac{1}{2}$ " " 6 $\frac{1}{2}$ " "
" 30 " " 15 $\frac{1}{2}$ " " 11 $\frac{3}{8}$ " " 7 " "
" 40 " " 17 " " 15 $\frac{1}{8}$ " " 7 $\frac{3}{4}$ " "
" 45 " " 18 " " 17 " " 8 $\frac{1}{4}$ " "
" 50 " " 20 " " 19 " " 9 " "
" 60 " " 22 " " 22 $\frac{3}{4}$ " " 10 " "

Die Röhren sind grossentheils von dem belgischen Werke La Louvière angefertigt und sauber gegossen.

Bei den anfänglich schwachen Dimensionen wurden nur die kleinen Rohre mit 15 Atmosphären, die grösseren aber mit 10 Atmosphären geprüft.

Nach Verstärkung der Röhren wurde jedoch die Probe von 15 Atmosphären auf alle Röhren ausgedehnt.

Da die Stadt je nach der Höhenlage in verschiedene Versorgungs-Zonen getheilt ist, so konnten die schwächeren Röhren in den tiefergelegenen, durch besondere Reservoirs versorgten Districten verlegt werden, woselbst der höchste Druck nicht über 30 Meter (circa 95 Fuss) beträgt.

Uebrigens haben die in Brüssel zu schwach befundenen und nur für geringe Druckhöhen ausnahmsweise zugelassenen grossen Röhren immer noch stärkere Dimensionen, als man bisher hier vorschrieb.

Die schwachen Röhren in Brüssel messen z. B.:

bei 22 $\frac{3}{4}$  Zoll Weite . . . 8 $\frac{1}{4}$  Linien Dicke.

Für Wien aber sollten Röhren verwendet werden:

von 33 bis 36 Zoll Weite mit 7 $\frac{1}{2}$  Linien Dicke.

### Pest.

Bei dieser Wasserkunst, welche unter Leitung des Herrn Lindley jetzt erbaut wird, welche jedoch schon seit Ende 1868 provisorisch zur Versorgung einzelner Stadttheile nutzbar gemacht ist, gelangten die nachbenannten Röhrengattungen zur Verwendung:

von 6 Zoll Weite mit 6 Linien Wandstärke		
" 8 " " " 6 " "		
" 10 " " " 6 $\frac{3}{4}$ " "		
" 12 " " " 6 $\frac{3}{4}$ " "		
" 16 " " " 6 $\frac{3}{4}$ (?) " "		
" 20 " " " 9 " "		

Einige 24zöllige Röhren, als Muster für die künftigen Hauptleitungen zum Depotplatze geliefert, haben 11 Linien Wandstärke.

Die Röhren sind von der bekannten Firma Cochran, Grove & Comp. grösstentheils aus Middlesbro' von gutem Eisen angefertigt und sauber gegossen.

Ein kleiner Theil der für Pest verwendeten Röhren aus dem Werke von Dudley erhielt mit Rücksicht auf die dortigen Eisengattungen etwas grössere Wandstärken, als oben angegeben.

Der Maximal-Druck, welcher in dem Röhrennetze vorkommt, beträgt 150 Fuss.

Jedes einzelne Rohr ist auf mehr als 18 Atmosphären probirt.

### Wien.

Die bis jetzt verwendeten Röhren der Kaiser Ferdinands-Wasserleitung haben die nachstehenden Wandstärken:

bei 6 Zoll Durchmesser 6 Linien Wandstärke		
" 8 " " 6 $\frac{1}{2}$ " "		
" 10 " " 7 " "		
" 14 " " 10 " "		

Der grösste auf das Röhrennetz gelangende Druck beträgt 145 resp. 170 Fuss.

Die einzelnen Rohre sind vor der Verlegung auf 12 Atmosphären erprobt.

### Brünn.

Für die Röhren, welche zu der im Bau begriffenen Wasserleitung verwendet werden, ist das folgende Normale festgesetzt:

bei 10 Zoll Weite	6 $\frac{1}{4}$ Linien Wandstärke	
" 12 " " 7 $\frac{5}{8}$ " "		
" 14 " " 7 $\frac{7}{8}$ " "		
" 15 " " 8 " "		
" 16 " " 8 $\frac{1}{4}$ " "		
" 18 " " 8 $\frac{5}{8}$ " "		
" 20 " " 9 " "		
" 24 " " 9 $\frac{3}{8}$ " "		
" 25 " " 9 $\frac{1}{2}$ " "		
" 26 " " 10 " "		
" 30 " " 12 " "		
" 33 " " 12 $\frac{1}{8}$ " "		

Normalen nicht zur Ausführung gelangt.

Die meisten Rohre wurden von Haldy, Röchling & Comp. in Pont-à-Mousson, die übrigen aber von Blansko geliefert.

Der Maximal-Druck auf das Röhrennetz beträgt 175 Fuss.

Es sollten eigentlich die kleinen Rohre auf 12, die grösseren auf 15 Atmosphären geprüft werden.

Um jedoch etwaigen Zweifeln, welche in Folge der hiesigen Vorgänge auftauchen könnten, gründlich zu begegnen, sind die Proben auf 15, resp. 20 Atmosphären anstandslos ausgedehnt worden.

### Liverpool.

Für diese neue im Jahre 1858 vollendete Wasserleitung hat man Hauptleitungsröhren von verschiedenen Wanddicken, je nach der Höhe des Wasserdruckes verwendet und zwar:

von 18 Zoll Weite . . . . .	mit 8 $\frac{1}{4}$ bis 9 Linien Wandstärke
" 44 " " bei geringer Inanspruchnahme . . . . .	mit 12 " "
bei der nämlichen Weite von 44 Zoll unter hohem Drucke . . . . .	" 19 $\frac{1}{4}$ " "

Die Versorgung der Stadt ist in drei gesonderte Zonen mit gesonderten Vertheilungs-Reservoirs, je nach der Höhenlage der Stadt eingetheilt.

### Bombay.

Die in England für die Hauptleitung dieser Stadt angefertigten Röhren haben

bei 32 Zoll Weite eine Wandstärke von 11 $\frac{1}{4}$  Linien erhalten.

Die Druckhöhe ist nicht genau angegeben, dürfte jedoch mit Rücksicht auf die bekannten örtlichen Verhältnisse kaum 100 Fuss betragen.

### Glasgow.

Diese Stadt wird durch eine grossartige von Bateman ausgeführte Wasserleitung versorgt, deren Details zur Beurtheilung der vorliegenden Frage von um so grösserer Bedeutung sind, einerseits weil Herr Bateman seine bei

anderen grossen Anlagen z. B. bei der Wasserleitung von Manchester gesammelten reichen Erfahrungen seither in Glasgow nutzbar machte, andererseits weil gerade für diese Wasserleitung die Wandstärken der Röhren mit besonderer Sorgfalt den verschiedenen Druckverhältnissen angepasst sind, endlich weil — in Folge der staffelförmigen Lage von Glasgow — für die meisten Rohrgattungen stellenweise ein hoher Maximaldruck vorkommt, obwohl die Stadt in drei gesonderte Versorgungs-Zonen abgetheilt ist.

Nach den vorliegenden authentischen Bedingniss-Heften wurde nämlich die Stärke der für Glasgow verwendeten Röhren wie folgt festgesetzt:

bei	8 Zoll	Weite	mit	6	Lin.	Wandst.	für 300 Fuss	Max. - Druck	
"	9	"	"	6 $\frac{3}{4}$	"	"	300	"	"
"	10	"	"	6 $\frac{3}{4}$	"	"	300	"	"
"	12	"	"	6 $\frac{3}{4}$	"	"	240	"	"
"	"	"	"	7 $\frac{1}{2}$	"	"	290	"	"
"	"	"	"	6 $\frac{3}{4}$	"	"	200	"	"
"	14	"	"	7 $\frac{1}{2}$	"	"	250	"	"
"	"	"	"	8 $\frac{1}{4}$	"	"	290	"	"
"	15	"	"	6 $\frac{3}{4}$	"	"	180	"	"
"	"	"	"	8 $\frac{1}{4}$	"	"	270	"	"
"	"	"	"	7 $\frac{1}{2}$	"	"	200	"	"
"	16	"	"	8 $\frac{1}{4}$	"	"	250	"	"
"	"	"	"	9	"	"	300	"	"
"	"	"	"	8 $\frac{1}{4}$	"	"	230	"	"
"	18	"	"	9	"	"	260	"	"
"	"	"	"	9 $\frac{3}{4}$	"	"	300	"	"
"	20	"	"	9	"	"	240	"	"
"	"	"	"	10 $\frac{1}{2}$	"	"	270	"	"
"	24	"	"	12	"	"	300	"	"
"	30	"	"	12	"	"	230	"	"
"	"	"	"	15	"	"	300	"	"
"	36	"	"	12	"	"	210	"	"
"	"	"	"	12	"	"	150	"	"
"	36	"	"	12 $\frac{1}{2}$	"	"	200	"	"
"	"	"	"	15	"	"	250	"	"
"	"	"	"	16 $\frac{1}{2}$	"	"	300	"	"
"	42	"	"	12	"	"	100	"	"
"	"	"	"	13 $\frac{1}{2}$	"	"	50	"	"
"	"	"	"	15	"	"	100	"	"
"	48	"	"	16 $\frac{1}{2}$	"	"	150	"	"
"	"	"	"	18	"	"	200	"	"
"	"	"	"	19 $\frac{1}{2}$	"	"	250	"	"

im Röhrennetz.

Das Bedingniss-Heft, welches die Wandstärken vorschreibt, bestimmt gleichzeitig, dass die Röhren von dem „besten grauen Eisen aus Cupolöfen gegossen und vollkommen frei von Blasen oder sonstigen Fehlern irgend welcher Art sein sollen.“

Die Röhren sind zum grössten Theile von Edington & Son, Phoenix Iron Works, Glasgow, geliefert.

Zwei neue Hauptleitungen, deren Herstellung erst im Juli 1870 für Glasgow vom Mugdock-Reservoir bis in die Stadt beantragt wurden, haben:

bei 36 Zoll Weite	theils 12	Linien Wanddicke
	" 13 $\frac{1}{2}$	"
	" 15	"

letzteres Mass bei einer Maximal-Druckhöhe von 230 Fuss.

Ausser diesem die Rohrwanddicke betreffenden ziemlich umfangreichen Materiale, lag von andern auswärtigen Wasserleitungen die Angabe des Gewichts der verwend-

ten Röhren vor, mit deren Hilfe eine Vergleichung der Gewichte ebenfalls zur Controle durchgearbeitet werden konnte.

Nach reiflicher Erwägung aller vorgenannten Momente und mit besonderer Rücksichtnahme auf die von Fall zu Fall verwendeten Eisen-Gattungen, so wie auf die bezüglich Druckverhältnisse, ist die Experten-Commission einstimmig zu der Ueberzeugung gelangt:

Dass bei der neuen Wiener Wasserleitung für „Eisen mittlerer Qualität“ — wie solches bei den jetzigen Wanddicken vorausgesetzt wurde — und für die im Projecte beantragten Druckverhältnisse, nur die kleinen Röhren bis 8 Zoll Weite eine ausreichende Stärke haben,

dass aber für die grösseren Röhren von 9 Zoll aufwärts die Wanddicken zu gering angenommen sind, und dass diese geringen Wanddicken für praktische Zwecke durchaus unzulässig erklärt werden müssen.

Es sind vielmehr die Wanddicken der grösseren Röhren **mindestens** auf dasjenige Mass zu verstärken, welches im Experten-Bericht festgestellt wurde.

Nach der bei Wasserleitungen meistens befolgten Uebung und im Hinblick auf die zu beantwortenden Fragen ist für jede Röhrengattung eine einzige Wandstärke und zwar nach Massgabe des in derselben vorkommenden Maximaldruckes ermittelt.

Diese Verstärkung, obwohl sie hoch bemessen scheint, und für grosse Röhren sogar bis 50 Percent beträgt, ist thatsächlich nur auf das Nothwendigste beschränkt.

Die Annahme der bei den Wasserleitungen vieler anderer Städte, z. B. in Glasgow, Pest, Brünn u. s. w. wirklich zur Verwendung gelangenden Dimensionen würde zu noch grösseren Verstärkungen geführt haben.

Unter die im Experten-Gutachten angegebenen Maximal-Wanddicken kann daher nicht gegangen werden, wenn der dauernde Bestand des Röhren-Netzes gesichert sein soll.

Bei diesem Ausspruche mussten die Experten sich vor Allem gegenwärtig halten:

Dass Wasserleitungsröhren im Allgemeinen eine reichliche Wandstärke erhalten sollen, weil es in der Natur des Gusses liegt, dass im Inneren der Wände — selbst bei sorgfältigster Herstellung — einzelne kleine, von aussen nicht wahrnehmbare Mängel vorkommen, welche die Festigkeit des Eisens beeinträchtigen,

dass namentlich für die Hauptleitungsröhren ein reichlicher Grad von Sicherheit beansprucht werden muss, da der Bruch solcher Hauptstränge nicht nur wesentlichen Schaden herbeiführen kann, sondern auch die Versorgung eines Theiles der Stadt in empfindlicher Weise für einige Zeit unterbricht,

dass aber die Versorgung jeder grossen Stadt möglichst sichergestellt sein soll, und dass Wien am allerwenigsten als Versuchsstation benützt werden darf,

um Experimente zu wagen, deren Misslingen sich vor-  
aussehen lässt,

dass Versuche mit zu schwachen Röhren, oder an-  
deren unpractischen Anlagen sich noch immer bitter  
gestraft haben,

dass es bei dem projectirten grossen Werke gewiss  
geboten ist, aus den anderenorts gemachten Erfahrungen  
Nutzen zu ziehen, und dass die Resultate der von ver-  
schiedenen anderen Seiten gesammelten Erfahrungen in  
deren Nutzenanwendung zu Brüssel, Glasgow, Hamburg,  
Liverpool, Pest u. s. w. offenkundig vorliegen,

dass namentlich bei grossen, für eine lange Reihe  
von Jahren berechneten Bauwerken die Anlage in ihren  
hauptsächlichen Theilen stabil ausgeführt werden muss, um  
die dauernde Benützbarkeit des Werkes sicher zu stellen,

dass eine solche Vorsicht auch durch die Kost-  
spieligkeit der Anlage geboten ist, indem z. B. die Haupt-  
leitungen von 20 bis 36 Zoll Weite allein nach dem  
Projecte einen Werth von etwa 1¼ Millionen Gulden  
repräsentiren,

dass nach den bisherigen Erfahrungen gusseiserne  
Wasserleitungsröhren von hinreichend starker und zweck-  
mässiger Construction leicht 50 Jahre und vielleicht ein  
Jahrhundert lang ihren Dienst versehen können, also  
ein Werk zu schaffen ist, welches nicht nur für den  
Augenblick, sondern auch für kommende Generationen  
nützbringend werden soll,

dass aber die Stärke von gusseisernen Röhren in  
der Erde nach und nach sich etwas mindert, indem die  
äussere festeste Kruste durch das Rosten geschwächt und  
die Masse des Eisens mit der Zeit durch Zersetzung  
minder widerstandsfähig wird,

dass Röhrenleitungen, welche nicht in gemauerte Ca-  
näle, sondern direct in den Erdboden gelegt werden, für  
grosse Städte besonders stark gehalten sein müssen, weil  
der Untergrund der Strassen oft durchwühlt ist, was um  
so mehr zu ungleichen Setzungen und zur Gefährdung des  
Röhrenstranges Anlass gibt,

dass dieser Umstand speziell für Wien der einge-  
hendsten Berücksichtigung bedarf, nicht nur im Hin-  
blicke auf die bisherige Durchwühlung des Untergrundes,  
sondern namentlich auch mit Rücksicht auf die Beschaf-  
fenheit der alten, zum Theil baufälligen Unraths-Canäle.

Die im Experten-Berichte angegebenen Minimal-Ver-  
stärkungen werden selbstverständlich auch auf die Muffen  
auszudehnen sein.

Damit ist jedoch den Muffen noch keine für alle  
Fälle ausreichende Stabilität gegeben, weshalb an der Regel  
festzuhalten wäre, dass die Muffenwände für Röhren von  
9 Zoll Weite um 2 Linien, diejenigen der Röhren von  
36 Zoll Weite aber zum Mindesten um 3 Linien stärker  
als die Röhrenwände sein sollen.

Von weiteren Bemerkungen über die Stärke des  
Muffenwulstes, über die bisherige keineswegs zweckent-

sprechende Form der Muffen, über die unnöthig tiefen und  
deshalb sehr nachtheilig wirkenden Nuthen zur Aufnahme  
der Bleidichtung u. dgl. wurde abgesehen, weil keine diesbe-  
zügliche Anfrage gestellt worden ist, und weil hoffent-  
lich bei der Feststellung von neuen Zeichnungen für  
den Röhrenguss auch diese nicht unwichtigen Details in  
practischer Weise richtiggestellt werden.

Jedenfalls sind die Muffen, welche denjenigen Theil  
des Röhrennetzes bilden, der im Strange am meisten  
in Anspruch genommen wird, um so mehr zu ver-  
stärken, je höher der Druck des Wassers in der Leitung  
gespannt wird.

Es hat übrigens, wie bei verschiedenen Gelegen-  
heiten wahrgenommen wurde, der Lieferant an einem  
Theile der belgischen Röhren freiwillig die Muffen um  
ein Namhaftes verstärkt.

Der Vorschlag, während des Verstemmens der Röhren,  
einen aus zwei zusammengeschraubten Theilen bestehenden,  
schmiedeisernen Ring um die Muffen zu legen, ist keineswegs  
dazu geeignet, das Zerspringen der Muffen hintanzuhalten.

Wenn die Muffen nicht hinreichend stark gegossen  
sind, um bei rationellem Vorgehen das Verstemmen der  
Bleidichtung zu ertragen, so werden sie um so weniger  
dazu geeignet sein, der später im Röhrenstrange vorkom-  
menden zufälligen Inanspruchnahme wirksam zu widerstehen.

Selbstverständlich gelten die im Experten-Bericht  
festgestellten Wanddicken nur für gerade Röhren. Krumme  
Röhren, welche auffallenderweise bei der Legung bisher  
nur selten verwendet wurden, bedürfen einer weiteren  
entsprechenden Verstärkung.

Wesentlich müssen ferner die Façonröhren  
und besonders die Abzweigungsstücke — z. B.  
die sogenannten K-Röhren — verstärkt werden. Die-  
selben sind ihrer Form nach weitaus schwächer, als ein  
gewöhnliches Rohr, und es ist ganz unbegreiflich, wie die  
Haltbarkeit solcher Stücke nach den vorgeschriebenen Di-  
mensionen auch nur vermuthet werden konnte.

Alle bis jetzt nach jenen Dimensionen gegossenen gros-  
sen K-Röhren sind ausnahmslos bei der Erprobung schon unter  
geringem Druck gebrochen. Ein anderes namhaft ver-  
stärktes K-Stück wurde trotz seiner viel grösseren Wand-  
dicke nur mit einem Theil des vertragsmässigen Druckes  
probiert, vermuthlich um das Zersprengen desselben vor  
der Legung zu vermeiden.

Unter allen Umständen ist die noch weitere bedeu-  
tende Verstärkung der Abzweigungsstücke dringend noth-  
wendig. Die Stabilität dieser Stücke muss ganz unzweifel-  
haft sein, weil dieselben die Knotenpunkte des Röh-  
rennetzes bilden, und weil jeder Bruch an solcher Stelle  
von Folgen begleitet ist, deren Consequenzen sich kaum  
absehen lassen.

Im Uebrigen werden bei correct angelegten Wasser-  
leitungen stets die Abzweigungen der Haupttröhren von  
einander möglichst spitzwinklig hergestellt, und rechtwink-  
lige Abzweigungen so weit als thunlich vermieden.

Falls man von dieser Regel in Folge der zeitweilig wechselnden Richtung der Circulation an einzelnen Punkten abweichen und ausnahmsweise eine oder die andere Abzweigung senkrecht herstellen müsste: so sollten doch mindestens die Ecken bedeutend abgerundet und nicht scharf rechtwinklig hergestellt werden, wie dies leider bis jetzt hier geschehen ist.

In der inneren Stadt Zürich hat man anfänglich Abzweigungsstücke mit geringen Abrundungen verwendet, doch ist bereits beschlossen, für die weiteren Anlagen nur Abrundungen mit grösserem Radius zuzulassen.

Bei den grösseren Abzweigungen müssen besondere Constructionen vorgesehen werden, um der Rückwirkung des Wasserdruckes mit voller Sicherheit entgegenzuwirken.

Die langen und schwachen Ansatzstücke, welche an manchen grossen Röhren für die Abzweigungen zu den Häusern angegossen sind, scheinen nur dazu bestimmt, um bei der geringsten Setzung des Erdreiches sofort abzubrechen. Derartige Stutzen sollten vorkommendenfalls wesentlich verkürzt und durch grössere Wanddicken verstärkt werden.

Eine directe Entnahme von Wasser für die Privathäuser aus den grossen Hauptleitungen bleibt jedoch unter allen Umständen nachtheilig, weil alsdann im Falle der Herstellung einer Zweigleitung die Hauptleitung jedesmal abgesperrt werden muss.

Bei rationell angelegten Röhrennetzen wird deshalb neben jeder Hauptleitung von mehr als 9 Zoll Weite noch ein zweites kleines Vertheilungsrohr gelegt, und nur von dem letzteren die Abzweigung zu den Häusern hergestellt.

In vielen der eingesehenen Constructionen sind namentlich die Flanschen zu schwach entworfen.

Ueberhaupt ist jede Flanschen-Verbindung für Röhrenstränge, welche in die Erde verlegt werden, durchaus unzweckmässig, denn solche Constructionen brechen — ihrer Steifheit wegen — sofort bei der mindesten Setzung, während Muffen-Verbindungen innerhalb gewisser Grenzen nachgiebig bleiben.

Es sollten deshalb überall (einzelne besondere Fälle ausgenommen) die Flanschen beseitigt und dafür Muffen angewendet werden.

Bei Festsetzung der nothwendigen Verstärkungen für die verschiedenen Theile des Röhrennetzes gelangten die Experten naturgemäss auch zur Erörterung der naheliegenden Frage, ob der für die niederen Bezirke projectirte starke Druck von circa 8 Atmosphären in der That nothwendig und zweckentsprechend sei.

Nach dem bisherigen Projecte soll nämlich durch zwei Vertheilungs-Reservoirs, welche gleichmässig etwa 250 Fuss über Null liegen, die Versorgung der ganzen Stadt — der hohen wie der niederen Bezirke — erfolgen.

Es beträgt aber die Niveau-Differenz der Strassen innerhalb der Linien Wien's nicht weniger als 150 Fuss.

Eine Folge davon ist, dass die Wasserleitungsröhren in den höchsten Stadttheilen unter 100 Fuss Druck, jene

in den tiefliegenden Districten aber unter 250 Fuss Druck stehen werden.

Als nothwendig lässt sich dieser übermässige Druck in den niederen Stadttheilen nicht bezeichnen, denn allen Zwecken der Versorgung ist Genüge geleistet, sobald das Wasser etwa 100—120 Fuss über das Niveau der Strassen hinauf reicht, also unter allen Umständen die oberen Theile der höchsten Häuser zu erreichen vermag.

Es erübrigt also nur die Erörterung der zweiten Frage, ob nämlich der Druck von nahezu 8 Atmosphären (welcher denjenigen in den meisten Dampfkesseln um ein Wesentliches überschreitet) für das Röhrennetz der niederen Stadttheile zweckmässig und ohne Nachtheil sei.

Je höher man den Wasserdruck in dem Leitungsnetze spannt, um so mehr werden die Röhren sammt allen ihren Nebenbestandtheilen in Anspruch genommen, um so schwieriger ist die Dichthaltung der Röhrenstränge, um so näher rückt die Wahrscheinlichkeit von eintretenden Brüchen, und um so grösser ist die Verwüstung, welche durch die Beschädigung eines Rohres jedesmal herbeigeführt wird.

Es steigert sich mit dem vermehrten Drucke in den Wasserleitungsröhren auch die Schwierigkeit, die Maschinen-Bestandtheile, als: Hähne, Schieber, Ventile, Hydranten etc. zweckentsprechend zu construiren und nach Bedarf zu handhaben.

Die Nachtheile des übermässig hohen Druckes erstrecken sich sogar auf die Abzweigungen im Innern der Häuser. Alle Bedenken, welche mit Rücksicht auf die Dichthaltung des Röhrennetzes und seiner Bestandtheile, so wie mit Rücksicht auf die Wahrscheinlichkeit von Brüchen und auf die dadurch herbeigeführten Schäden erwähnt wurden, gelten in erhöhtem Masse auch für die Privatleitungen im Innern der Gebäude.

Wenn grosse Städte staffelförmig am Gebirge angelegt sind, und wenn trotz der Anlage mehrerer Versorgungszonen ein starker Druck sich dennoch an einzelnen Punkten nicht beseitigen lässt, oder wenn die niederen Bezirke im Verhältniss zur ganzen Stadt eine nur geringe Ausdehnung haben: so müssen die oben geschilderten offenkundigen Uebelstände zuweilen als unvermeidlich ertragen werden.

Nachdem aber die Leopoldstadt, mit Theilen der Landstrasse, des Alsergrundes u. s. w. schon jetzt einen niederen Stadttheil von namhafter Ausdehnung bildet, nachdem insbesondere die jetzt in Ausführung begriffene Donauregulirung voraussichtlich schon in kurzer Zeit eine bedeutende Erweiterung der tiefliegenden städtischen Bezirke zur Folge haben wird, nachdem endlich der für diese Districte projectirte starke Druck nothwendigerweise zu grossen Schwierigkeiten dauernden Anlass geben muss: so ist es nach dem einstimmigen Urtheile der Experten durchaus nothwendig, den übermässigen Druck des Wassers in den Röhrenleitungen der tiefliegenden Bezirke zu vermindern, was bei dem gegenwärtigen Stande der Arbeiten sich noch jetzt unschwer durchführen lässt.



In anderen Städten, deren Niveau beträchtlich differirt, hat man stets die Versorgung in gesonderte Zonen abgetheilt, und jede derselben mit gesondertem Reservoir ausgestattet, um möglichst gleichmässige Druckverhältnisse in den Röhrenleitungen zu erlangen.

London ist in verschiedene Versorgungszonen getheilt, der Art, dass der Druck in den tiefliegenden Bezirken nicht mehr als 100 bis 150 Fuss beträgt. Ja eine einzige Gesellschaft — die New River Company — hat, um den ungleichen Druck möglichst zu vermeiden, ihr Röhrennetz sogar in 4 verschiedene Sectionen abgetheilt.

Paris hat ganz gesonderte Röhrennetze, je nach der Höhenlage der Stadttheile.

Lyon wurde in drei verschiedene Districte, nach Massgabe des Niveau's eingetheilt.

Liverpool und Manchester hat man für die Wasserversorgung in je drei Zonen zerlegt.

Marseille zerfällt in zwei gesonderte, je nach der Höhenlage abgetrennte Districte.

Ebenso wurde in Brüssel, Dublin, Glasgow, Genua, Edinburg, Washington, und selbst in kleineren Städten, wie Zürich, Aberdeen, so wie in einer Reihe von anderen Orten die Versorgung der höheren Districte von jenen der niedrig gelegenen abgetrennt.

Auch für Brunn sind zwei gesonderte Vertheilungszonen in Ausführung begriffen.

Es muss hiebei ausdrücklich bemerkt werden, dass sich die Abtrennung in den vorgenannten Städten keineswegs nur durch das Streben begründen lässt, die künstliche Hebung des Wassers auf die möglichst geringe Höhe zu beschränken, indem selbst in solchen Städten, woselbst die ganze Wassermenge mit natürlichem Zuflusse durch Aquaeducte auf dem höchsten Niveau anlangt, der Druck für die niederen Districte künstlich durch eingeschaltete Vertheilungs-Reservoirs abgemindert wird, lediglich zu dem Zwecke, um die übermässig hohe Anspannung des Wassers in den tiefliegenden Stadttheilen und die hiedurch herbeigeführten Gefahren dauernd zu vermeiden.

Der dritte Punkt, ob nämlich die Qualität des Eisens von den 3 Eisengiessereien Mariazell, Kladno und la Louvière eine entsprechende ist, fand sich näher präcisirt durch die daran geknüpfte weitere Frage, ob die Qualität des Eisens der einen oder anderen dieser Giesseien in Berücksichtigung der jetzigen Wandstärken eine bedenkliche sei? Da nach §. 5 der dem Verträge beigeschlossenen speciellen Baubedingnisse „die in den Zeichnungen und Beschreibungen für jeden Durchmesser angenommene Wanddicke unter der Voraussetzung einer Eisenqualität von mittlerer Güte angenommen worden ist“, so konnte die Aufgabe der Experten-Commission nur darin bestehen zu erwägen, ob das von den 3 Giessereien zu den bisherigen Lieferungen verwendete Eisen „an Qualität als von mittlerer Güte“ anzuerkennen sei oder nicht.

Die genannte Vertrags-Bestimmung ist wenig präcise und das Urtheil wird noch mehr durch den Umstand erschwert, dass in den verschiedenen Ländern die Beschaffenheit des Eisens bester oder mittlerer Qualität wesentlich von einander differirt.

Da aber der Vertrag hier abgeschlossen wurde und da die Lieferung hier stattfinden soll, so muss man annehmen, dass mit den genannten Worten ein Eisen gemeint sei, welches nach Massgabe der inländischen Gattungen eine „mittlere“ Qualität besitze.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, ergab sich zunächst, dass das Eisen von Mariazell als ein vorzügliches bezeichnet werden muss.

Dasselbe ist bekanntlich aus einem vortrefflichen Spat-eisenstein mit Holzkohle erblasen, und entspricht allen an ein gutes Gusseisen gestellten Anforderungen.

Es wurde feinkörnig befunden, von gleichmässiger Textur im Korn, glänzend grau, dicht und fest, dabei aber elastisch.

Das Mariazeller Gusseisen theilt diese Vorzüge mit den meisten steirischen, ungarischen und Kärnthner Roheisensorten, soweit solche bei Holzkohlen erblasen werden.

In zweiter Reihe als gute Eisenqualitäten gehören die meisten bei Holzkohlen-Betriebe aus Magnet-, Braun- und Rotheisensteinen erblasenen Roheisen-Sorten in Mähren, Schlesien und Galizien.

In die mittlere Qualität der Roheisensorten sind jene Gattungen einzureihen, welche aus theils schwefelfreien und phosphorfreien Thoneisensteinen bei Holzkohle oder guten aschenarmen, möglichst schwefelfreien Coaksen erblasen wurden.

Anders verhält es sich mit dem Kladnoer Gusseisen.

Dasselbe ist aus phosphor- und schwefelhaltigen Nücker Eisensteinen mit einem sehr aschenreichen und selbst schwefelhaltigem Coaks von minderer Gattung erzeugt und gibt in Bezug auf Festigkeit und Elasticität die grössten Unterschiede, je nachdem die Erze durch vorgenommene Röstung und Auslaugung mehr oder weniger ihres Phosphor- und Schwefelgehaltes entbunden werden oder nicht.

Aus der Prüfung des Kladnoer Röhren-Eisens — soweit solche bisher möglich war — scheint in der That hervorzugehen, dass es bei der Massen-Production nicht immer gelingt, die Erze soweit als nothwendig vom Schwefel und Phosphor zu befreien, und dass eben dieser Umstand zuweilen ein kaltflüssiges, mattes und sprödes Eisen zur Folge hat. Es war in der That das Eisen von vielen auf der Probirpresse gesprungenen Röhren halbirt, mit ganz weissen Stellen und matt, zum Theil ganz ohne Korn, von schmutzig grauer, fahler Farbe, was erfahrungsgemäss auf Sprödigkeit hindeutet.

Obwohl die Festigkeit allein kein ausschliessliches Merkmal für die Qualität des Eisens bildet, so wurden doch im k. k. polytechnischen Institute mit Stangen aus Stücken von solchen Kladnoer Röhren einige Zerreiss-Versuche vorgenommen, welche das folgende Resultat ergaben:

1. Bruch bei	99	Wr.-Ztr. pr. Quad.-Zoll	Wr.-Mass
2. " "	50	" "	" "
3. " "	161	" "	" "
4. " "	143	" "	" "
5. " "	47	" "	" "
6. " "	88	" "	" "
7. " "	109	" "	" "

Es stellte sich also bei dem Kladnoer Gusseisen eine so grosse Verschiedenheit in der Widerstandsfähigkeit heraus, dass dasselbe in dieser Beziehung als unverlässlich bezeichnet werden muss. Ueberdies zeigten die Bruchflächen einen sehr verschiedenen Charakter, und schon hieraus war zu erkennen, wie bedenklich es sei, aus solchem Gusseisen Röhren mit schwachen Wanddicken zu erzeugen.

Aus den eben angeführten Gründen muss das Material der von Kladno gelieferten Röhren nach den bisher vorgenommenen Prüfungen als ein solches bezeichnet werden, welches unter dem Niveau der „mittleren Qualität“ steht.

Dass Kladno in der Lage ist, gute, solide Wasserleitungsröhren zu liefern, unterliegt keinem Zweifel. Nur müssen die Röhren sämtlich aus Cupolöfen sauber gegossen werden, das zur Verwendung kommende Material muss mit der grössten Sorgfalt ausgewählt und vorbereitet sein, und die Röhren müssen eine dieser Gattung von Eisen entsprechende Fleischstärke erhalten.

Das Gusseisen von La Louvière ist mürber, als dasjenige von Kladno, dagegen viel reiner, im Ganzen weit gleichmässiger in seiner Textur, zeigt mehr Elasticität, ist aber nicht so fest und dicht als der Kladnoer Guss. Es erschien nicht nothwendig, mit dem belgischen Eisen eigene Zerreißproben abzuführen, indem schon aus den vielen auf der Presse gesprungenen fehlerfreien Röhren sich ergab, dass die Festigkeit kaum 50 bis 60 Zent. pr. Quadr.-Zoll betragen könne.

Unter der Loupe betrachtet lässt das Eisen von La Louvière nichts an Schönheit zu wünschen übrig; es hat jedoch ein wenig dichtes Gefüge und geringe Festigkeit, kann also in dieser Richtung — nach dem Massstabe der inländischen Eisen-Gattungen bemessen — nicht als Eisen „mittlerer Qualität“ anerkannt werden. Röhren aus diesem Gusse bedürfen ebenfalls einer grösseren Wandstärke.

Die Wahrnehmung, dass ein Theil derjenigen Röhren, welche bei der Erprobung im Strange geplatzt sind, auffallende Gussfehler an der Bruchseite zeigten, hat zu einer näheren Untersuchung eines Theiles des im Mai d. J. am Depotplatze gelagerten und bereits probirten Röhren geführt.

Es fand sich unter denselben in der That eine Anzahl von theils fehlerhaften, theils contractwidrig hergestellten Stücken.

Durch §. 3 der speciellen Baubedingnisse ist z. B. vorgeschrieben, dass alle Rohre stehend, mit der Muffe nach abwärts zu giessen sind. Eine nicht unbedeutende Anzahl der am Depotplatze probirten Röhren ist jedoch mit der Muffe nach oben gegossen, was aus den Angüssen und aus anderen ganz unzweifelhaften Anzeichen deutlich sich erkennen lässt.

Der Guss von Röhren mit der Muffe nach oben, ist noch weit schlimmer, als der horizontale Guss, weil solcher Vorgang zur sichern Folge hat, dass die Muffen sehr porös werden, also ganz ungenügende Festigkeit besitzen.

In Folge dieser Abweichung von den Bestimmungen des Vertrages zeigen zahlreiche probirte Röhren gerade in den Muffen, welche nach der Legung am meisten in Anspruch genommen werden, einen blasigen, schwammigen Guss, was den künftigen Bestand der Rohrleitung in hohem Grade gefährdet.

Auch probirte Rohre, welche kaltflüssiges, mattes Eisen, sowie andere Gussfehler, als: Luftblasen, Schlackenlöcher u. dgl. deutlich erkennen lassen, sind vielfach wahrgenommen worden, obwohl nach §. 3 der speciellen Baubedingnisse jedes Rohr „mit sichtbaren Gussfehlern irgend welcher Art, als: Blasen, Blättern, eingegossenen Steinchen, Kaltguss u. dgl. unbedingt zurückgewiesen werden soll.“

Wenn man erwägt, dass mit der Uebernahme eines Rohres auch die Zahlung desselben zu erfolgen hat, wenn man ferner berücksichtigt, in wie hohem Grade die Röhrenleitung später in Anspruch genommen wird, und dass jeder einzelne Bruch eines Rohres seinerzeit sicher ernste Störungen des Betriebes und unter Umständen selbst den empfindlichsten Schaden herbeiführt: so lässt sich nur dringend empfehlen, bei Uebernahme der Lieferungen mit strengster Sorgfalt und Genauigkeit vorzugehen, und alle diejenigen Röhren, welche irgend welche Fehler zeigen, schon auf dem Depotplatze auszuschneiden, also deren Verlegung überhaupt nicht zuzulassen.

Die Art und Weise, wie am Depotplatze die vorgeschriebene Erprobung durchgeführt wird, lässt sich im Allgemeinen als zweckmässig bezeichnen.

Wie bereits erwähnt, sind die grösseren mit der vorgeschriebenen Wanddicke hergestellten sogenannten K-Röhren bei der Erprobung sämtlich geplatzt.

Ein seither mit bedeutender Verstärkung gegossenes K-Stück ist, den erhaltenen Mittheilungen zufolge, zur Vermeidung des Brechens mit nur 8 bis 10 Atmosphären geprüft worden, und bei anderen Bestandtheilen soll ebenfalls ein Bedenken gegen die Erprobung mit vollen 15 Atmosphären erhoben sein.

Nach §. 14 der speciellen Baubedingnisse sind alle gelieferten Röhren und Maschinenbestandtheile auf dem Depotplatze der Prüfung mit der hydraulischen Presse bis auf 15 Atmosphären zu unterziehen und unter diesem Drucke einige Zeit zu belassen.

Die Experten-Commission erachtet ein Abweichen von dieser Contractsbestimmung für äusserst gefährlich, und es wurde deshalb für nothwendig erachtet, in den Bericht die Bemerkung einzuschalten, dass von der vertragsmässigen Erprobung aller Bestandtheile der Röhrenleitung mit 15 Atmosphären nicht abgegangen werden darf.

Können irgend welche Röhrentheile nicht einmal unter der Presse dem Drucke von 15 Atmosphären widerstehen, so sind sie um so sicherer untauglich zur Verlegung in den Röhrenstrang, welcher auch den unberechenbaren Stössen des Wassers und anderen ungünstigen Einflüssen ausgesetzt ist.

Die Erprobung mit 15 Atmosphären muss übrigens als eine nur geringe bezeichnet werden im Verhältnisse zu dem starken Drucke, welcher für die niederen Stadttheile projectirt wurde. Es hätte jener Spannung weit mehr entsprochen, vertragsmässig das Mass der Erprobung auf 20 Atmosphären festzusetzen.

In Pest werden z. B. sämtliche Bestandtheile der Röhrenleitung mit mehr als 18 Atmosphären erprobt, obwohl der in dem dortigen Röhrennetze vorkommende Maximaldruck nur einer Wassersäule von 150 Fuss gleichkommt.

In Bezug auf die Gewichtsverhältnisse der zur Probe zugelassenen und übernommenen Röhren ergab sich ferner, dass manche Partien ein nicht unbeträchtliches Mindergewicht gegen das Normale ausweisen.

Der erhaltenen Auskunft zufolge, zeigte z. B. die Wägung einzelner Lieferungen:

bei 33 zöllig. Röhren	anstatt 3616 Cent.	nur 3390 Cent., also wenig. 326 Cent.
" 26 "	" 4748 "	" 4536 " " 212 "
" 25 "	" 5239 "	" 4868 " " 371 "

was einem Abgange von  $4\frac{1}{2}\%$ , respective 6 und  $6\frac{3}{4}\%$  Percent gleichkommt, während bei den einzelnen Röhren dieser Partien voraussichtlich die Differenz eine noch bedeutendere ist.

In den Vertragsdocumenten sind allerdings gewisse Maximalgewichte festgesetzt, und das über dies Maximum hinausgehende Gewicht wird nicht in Rechnung genommen.

Dagegen findet sich in dem Vertrage kein Minimalgewicht angegeben, und jede Bestimmung der Wanddicken ist für practische Zwecke illusorisch, sobald einzelne Röhren oder einzelne Partien von Röhren mit beliebig minderem Gewichte, d. h. von entweder minderer Wandstärke oder von minder dichtem Eisen anstandslos übernommen und verlegt werden.

Zur Verhütung dieses Uebelstandes und zur leichteren Controle empfiehlt es sich deshalb, für die Uebernahme einer jeden Röhrengattung nach den ermittelten Wandstärken auch die Minimalgewichtsgrenze festzustellen, und solche Röhren, welche das Minimalgewicht nicht erreichen, zur Probe überhaupt nicht zuzulassen, sondern einfach zurückzuweisen.

Eine solche Begrenzung ist um so mehr nothwendig, weil die Erprobung der einzelnen Bestandtheile des Röhrennetzes am Depotplatze noch keine Bürgschaft für die Haltbarkeit der Röhrenstränge liefern kann.

Thatsächlich ist dies durch die vorgenommenen Versuche über die Stabilität der gelegten Rohrleitungen wiederholt zur Evidenz erwiesen. Solche Stränge sind nicht ein- sondern zehnmal nach einander gebrochen, obwohl nach den geführten Aufschreibungen jedes Rohr einzeln genom-

men, bei Erprobung unter der Presse dem Drucke von 15 Atmosphären widerstanden hatte.

Bei einiger Kenntniss von den hiebei in Betracht kommenden Verhältnissen darf diese Erscheinung nicht überraschen.

Zunächst und vor Allem ist das einzelne Rohr bei der Erprobung auf der Presse mit seinen beiden Enden fest zwischen zwei Dichtungsringe gespannt, und durch diese Einspannung in seiner Widerstandsfähigkeit gegen das Aufplatzen unterstützt, während hingegen das Rohr nach seiner Verlegung im Strange dieses temporären Vortheiles gänzlich entbehrt.

Schon aus diesem Grunde ist es erklärlich, dass so viele Brüche erfolgt sind bei einem Drucke, welchem das beiderseits auf der Presse festgehaltene Rohr leicht widerstand.

Aber auch andere ungünstige Verhältnisse erhöhen wesentlich die Inanspruchnahme des Rohres nach dessen Verlegung.

Hiezu gehört z. B. die Spannung, welche zum Theile schon sofort nach Zusammensetzung des Stranges, durch das Verstemmen, zum Theile aber erst nachher in Folge von Setzungen des Untergrundes unausbleiblich auf einzelne Rohre in mehr oder minder hohem Grade einwirkt.

Dieser letztere Uebelstand konnte bei den bisherigen Proben erst in geringem Grade zum Ausdrucke kommen, doch wird derselbe sich in Zukunft jedenfalls fühlbar machen, weshalb ein namhafter Ueberschuss an Widerstandsfähigkeit für die Röhren unbedingt nothwendig ist.

Von wesentlichem Einflusse auf die bisher angestellten Versuche war ein anderer Umstand:

Die grösseren Röhren haben nämlich, wie oben dargegan, eine viel zu geringe Wandstärke erhalten.

Bei Erprobung unter der Presse ist eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Röhren in Folge des Mangels an Widerstandsfähigkeit gebrochen.

Andere Röhren haben allerdings die Probe unter der Presse mit 15 Atmosphären momentan ausgehalten, wurden aber dadurch über die Elasticitätsgrenze in Anspruch genommen.

In Folge dessen erlitt das Eisen, obwohl es nicht sofort brach, eine bleibende Beschädigung, welche bei der zweiten Probe im Strange den Bruch schon unter geringerem Druck herbeiführte.

So erklärt es sich, dass z. B. eine auf der Landstrasse gelegte 15zöllige Leitung bei der sechsten Probe unter  $4\frac{1}{4}$  Atmosphären Druck zerbrach, während der nämliche Strang bei der fünften Probe wirklich bis  $6\frac{1}{4}$  Atmosphären ausgehalten hatte, dass ferner Röhren, welche einmal schon mit 15 Atmosphären anstandslos probirt waren, bei der zweiten Probe am Depotplatze schon unter geringerem Drucke zerplatzten, und dass die aus probirten Röhren zusammengesetzten Hauptleitungen immer wieder zerbrachen, bei einem Drucke, welchen jedes einzelne Rohr unter der Presse anscheinend gut ertragen hatte.

Nach Festsetzung von genügenden Wandstärken wird dieser Grund des Uebels behoben sein. Das Rohr soll ausreichende Festigkeit besitzen, um auch durch die mit äusserster Strenge vorgenommenen Proben keinen dauernden Nachtheil zu erleiden.

Bei genügender Wandstärke darf auch der Percentatz des Bruches von Röhren unter der Probirpresse ein nur geringer sein. Denn jene Probe hat keineswegs nur den Zweck, die Festigkeit des normalen Rohres zu constatiren, sondern sie soll vorzugsweise eine Beihilfe sein zur genauen Prüfung des Rohres vor dessen Uebnahme; sie soll ferner dazu dienen, die Wahrnehmung von verborgenen Gussfehlern zu erleichtern, und zu zeigen, ob das Rohr vielleicht schwitzt oder gar rinnt, oder ob in demselben feine Risse vorhanden sind, welche sich durch den Augenschein nicht erkennen lassen.

Die im Bedingnisshäfte §. 40 vorbehaltene Prüfung der Haltbarkeit eines jeden Röhrenstranges nach dessen Verlegung mittelst der hydraulischen Presse ist unter normalen Verhältnissen d. h. bei genügend starken, gut angefertigten Röhren und bei sorgfältiger Legung durch bewährte tüchtige Leute nicht durchgehends nothwendig.

In vielen Städten wird die Erprobung des gelegten Röhrenstranges noch vor dem Einlassen des Wassers nicht vorgenommen. In anderen Städten und namentlich bei kleinen oder dort, wo keine volle Bürgschaft für die Solidität der Arbeiten im Voraus gegeben war, hat man jedoch solche Druckproben eines jeden einzelnen Stranges vollständig durchgeführt, und damit wenigstens das gute Resultat erzielt, dass späterhin nur solche Brüche vorkamen, welche nicht durch schlechte Beschaffenheit der Röhren oder mangelhafte Legung, sondern nur durch äussere Einflüsse herbeigeführt waren.

Bei der gegenwärtig hier obwaltenden Sachlage lässt sich nur dringend empfehlen, von dem vertragsmässig vorbehaltenen Rechte vorläufig nicht abzugehen, sondern jeden Strang vor der vollkommenen Verschüttung einer nochmaligen Druckprobe zu unterziehen, und nach Beseitigung der sich etwa zeigenden Mängel die Erprobung zu wiederholen, bis der Strang bei dem im Bedingnisshäfte vorgesehenen Drucke sich als vollkommen dicht erweist.

Dass jede Probe vor dem Einschalten der Schieber, Façonstücke u. dgl. unvollständig ist, indem die Prüfung unbedingt auch auf diese Theile sich erstrecken muss, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.

In Bezug auf den Guss der Röhren bleibt eine fernere Wahrnehmung zu erläutern, nämlich die für gewisse Rohrkaliber vorgeschriebene ausserordentlich geringe Normallänge.

Während nämlich für Röhren von kleinerer und mittlerer Gattung eine Baulänge von 9 Fuss vorgeschrieben ist, hat jedes einzelne Rohr grösserer Gattung nur 6 Fuss Baulänge erhalten.

Es ist dies gerade das Gegentheil dessen, was überall bei rationell entworfenen Wasserleitungen geschieht und dessen, was durch die gegebenen Verhältnisse geboten ist.

Die grossen und in Folge dessen auch stärkeren Röhren werden nämlich überall mindestens in gleicher Länge mit denjenigen von geringerer Weite, gewöhnlich aber sogar noch länger gegossen.

Für die Wasserleitung von Liverpool und Glasgow haben z. B. nach den Vorschriften Batemans sämtliche Röhren von 24 bis 36 Zoll Weite eine Baulänge von 12 Fuss, um 3 Fuss mehr, als diejenigen mittlerer Gattung erhalten.

Die Röhren der Cölner Wasserleitung messen von 14 Zoll Weite aufwärts 12 Fuss Baulänge.

In Halle a. S. sind die 15 Zoll weiten Röhren grösstentheils 12 Fuss lang.

Die in Dortmund verlegten Röhren über 10 Zoll haben ebenfalls 12 Fuss Länge erhalten.

Desgleichen wurden die 18zölligen Röhren für Braunschweig in Baulängen von 12 Fuss gegossen.

Die grössten Röhren der neuen Wasserleitung von Brunn messen 12 Fuss Länge u. dgl.

Das hier projectirte auffallend geringe Längenmass von nur 6 Fuss erhöht, durch Vermehrung der Muffenzahl, unnöthigerweise nicht nur das Gesamt-Eisengewicht der Röhrenleitung, sondern auch die Kosten der Verlegung und Verdichtung, während gleichzeitig die Zahl der einer Beschädigung am meisten ausgesetzten Muffen-Verbindungen gesteigert und damit die Wahrscheinlichkeit von Störungen des Betriebes näher gerückt wird.

Es empfiehlt sich also, die grossen Röhren anstatt mit nur 6 Fuss — wenigstens in Baulängen von 9 Fuss anfertigen zu lassen.

Eine andere bei der Expertise gemachte Wahrnehmung, welche freilich ebenfalls mit den acht zu beantwortenden Fragen in keinem directen Zusammenhange steht, betrifft die Unterstützung der Röhren im Strange.

Es ist nämlich beantragt, die Röhren nicht auf den Erdboden, sondern auf kleine Pfeiler zu legen.

Diese Pfeiler sollen für Röhren von 9 bis 36 Zoll Weite gemauert sein und zwar derart, dass jedes 9 Fuss lange Rohr durch zwei Pfeiler unterstützt wird, welche je nach der Grösse der Röhren von 1 bis 2½ Fuss Länge, 1 bis 3½ Fuss Breite, und 1 bis 1½ Fuss Höhe messen. Die grössten Röhren, aus 6 Fuss Baulänge bestehend, aber würden nur je einen einzigen Pfeiler erhalten.

Kleinere Röhren von 3 bis 8 Zoll Weite gedenkt man auf zweien Punkten durch trocken unterlegte Ziegel zu stützen, und es würden diese Pfeiler in lediglich aus

2, resp. 3 oder 4 Stück aufeinander geschlichteten Ziegeln bestehen.

Zur Herstellung der kleinen Pfeiler will man die Baugrube 6 bis 18 Zoll tiefer als die Unterkante des Rohres ausheben.

Diese Bauweise wird anderenorts nicht angewendet, sondern es ist allgemein üblich, die Röhrenleitungen, wenn sie nicht in gemauerten Canälen angebracht sind, in ihrer ganzen Länge unmittelbar auf den Erdboden zu legen, und nur bei der Muffe diejenige Mehrtiefe auszuheben, welche zur Herstellung des Dichtens nothwendig wird.

Die hier beabsichtigte Legung der Röhren auf einzelne Pfeiler resp. auf Ziegel ist aber auch unzweckmässig, weil die Untersützung des Rohres in nahezu seiner ganzen Länge auf dem Untergrund weit vollständiger und weit sicherer ist, als wenn nur die kleinen isolirten Flächen der Pfeiler den Druck des Rohres so wie des darauf lastenden Erdreiches auf den Untergrund zu übertragen haben.

Es würde überdies bei Unterstützung des Rohres in nahezu seiner ganzen Länge die etwa eintretende Setzung sich viel gleichmässiger auf den ganzen Röhrenstrang vertheilen, also die Gefahr der Röhrenbrüche wesentlich mindern.

Dazu kommt noch ein weiterer gewichtiger Umstand. Wenn das Rohr nicht nahezu in seiner vollen Länge, sondern nur an zwei Punkten oder gar an einem einzigen unterstützt ist, so muss das Rohr mit Hilfe seiner Verdichtungen nicht nur sein eigenes Gewicht, sondern auch zum Theile die Last der darauf ruhenden Erde in einer gewissen Länge frei tragen — eine Inanspruchnahme, zu welcher Wasserleitungs-Rohrstränge wahrlich nicht bestimmt sind, und welche unausbleiblich zu Muffenbrüchen, unter Umständen aber zum Abknicken ganzer Rohre führen muss.

Allerdings hat man seinerzeit die Unterstützung durch Pfeiler ausnahmsweise auch bei der hiésigen Kaiser-Ferdinands-Wasserleitung angewendet.

Aber abgesehen davon, dass jene Röhren nur von kleinerem Kaliber sind, so kann doch dieser vereinzelte Fall durchaus keine Veranlassung dazu bieten, von der erfahrungsmässig bewährten, sicheren und einfacheren Methode abzugehen.

Für die neue Wasserleitung ist es jedenfalls rathsam, die nichts weniger als empfehlenswerthe und auswärts längst aufgegebene Legung der Röhren auf isolirte Pfeiler ganz fallen zu lassen, dagegen aber — wie überall mit dem besten Erfolge geschieht — die Röhren in nahezu ihrer ganzen Länge direct auf die Sohle der Baugrube zu legen.

Eine weitere die Röhrenleitungen betreffende Frage geht dahin, ob es vortheilhaft sei, sämmtliche Röhren von innen und aussen mit dem von Pleischl vorgeschlagenen Lack-Ueberzug gegen das Rosten zu schützen.

Gewiss ist es rathsam, ein geeignetes Mittel anzuwenden, welches die Röhren dauernd vor dem Rosten und das

Wasser vor der hieraus entspringenden Verunreinigung schützt.

Man hat für diesen Zweck die verschiedenartigsten Mittel vorgeschlagen und in Anwendung gebracht. Selten dürfte es jetzt wohl vorkommen, dass die Röhren ohne Schutz und kaum von Unreinigkeit befreit, in die Erde gelegt werden, wie dies hier geschieht.

Der bleibende Werth solcher Schutzmittel lässt sich nur durch praktische Erfahrungen im Laufe der Zeit untrüglich erkennen.

Seit etwa 15 Jahren hat sich jedoch ein derartiger Ueberzug besonders Bahn gebrochen. Auf Grundlage von vielseitigen Erfahrungen wird nämlich der von Dr. Angus Smith erfundene Lack jetzt im Auslande beinahe durchgängig zur Anwendung gebracht.

Nach diesem Verfahren taucht man nämlich schon in den Giessereien das Rohr in ein der Hauptsache nach aus Theer bestehendes Gemenge, dessen Zusammensetzung den Gegenstand der Erfindung bildet.

Der Lack ist glänzend schwarz, von ausserordentlicher Dauer und haftet bei gutem Vorgange durchaus fest an dem Eisen des Rohres.

Der Ueberzug von Dr. Angus Smith wurde z. B. von Bateman in Glasgow durchgehends angewendet. Lindley lässt mit demselben die Röhren der Pester Wasserleitung überziehen. Das Nämliche geschieht ebenfalls bei der neuen Wasserleitung in Brünn.

Als weiteres Beispiel für die Verbreitung dieses Lackes möge erwähnt werden, dass Giessereien in England Schottland und Frankreich die von ihnen angefertigten Röhren in solcher Weise überziehen.

Da jedenfalls ein Schutz der Röhren von grossem Nutzen ist, da ferner nur praktische langjährige Erfahrung endgiltig über den Werth solcher Schutzmittel zu entscheiden vermag, da man somit für das sofort hier herzustellende Röhrennetz nur auf die anderwärts gemachten Erfahrungen angewiesen ist: so empfiehlt es sich, für die hier demnächst zu verlegenden Röhren den Lack-Ueberzug von Dr. Smith zu verwenden.

Damit soll dem Verfahren des Herrn Pleischl durchaus nicht der Werth abgesprochen werden. Nur fehlt es bis jetzt an jedem Anhalt über die Kosten seines Schutzmittels bei der Anwendung desselben im grossen Massstabe, so wie über die Dauer jenes Ueberzuges, da die bisherigen Versuche nur mit einzelnen Stücken und während der Dauer eines einzigen Jahres angestellt wurden.

Mit Rücksicht auf die allfällige künftige Verwendung des letztgenannten Schutzmittels wäre es jedenfalls zweckmässig, einen längeren Röhrenstrang mit Pleischl's Lack-Ueberzug zu versehen, um die dabei gemachten Erfahrungen seinerzeit in geeigneter Weise verwerthen zu können.

Das etwaige Bedenken, als ob durch solchen Lack-Ueberzug möglicherweise die Beschaffenheit des Wassers beeinträchtigt werden könnte, erscheint nach einer mitgetheilten chemischen Untersuchung nicht begründet.

Manches andere in dieser Richtung weit bedenklichere Schutzmittel der Röhren z. B. die Anwendung von heiss aufgetragenem Steinkohlentheer hat, nachdem die Leitungen in dauernden Betrieb genommen waren, thatsächlich keinen wie immer wahrnehmbaren Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers ausgeübt.

Bei Beantwortung der Frage, ob die Einwendungen der Bauunternehmung gegen die Construction der Maschinen-Bestandtheile des Röhrennetzes gegründet seien, haben sich die Experten auf die Prüfung jener Einwendungen beschränkt, welche actenmässig zu ihrer Kenntniss gebracht worden sind.

Es beziehen sich dieselben hauptsächlich auf die ursprünglich vorgeschriebene Construction der grossen Absperrschieber, von denen behauptet wird, dass sie „unausführbar seien, da dieselben voraussichtlich den hohen Druck nicht aushalten, noch eine vollkommene Dichtheit ergeben werden.“

Diese Absperrschieber haben im Principe eine solche Einrichtung, wie sie allgemein üblich und zur Ausführung vollkommen geeignet ist; in den einzelnen Details jedoch finden sich mehrfach unpraktische und fehlerhafte Constructionen vor.

Obwohl das eigentliche Schiebergehäuse aus Einem Stücke besteht — was ganz zweckmässig ist, — so sind dennoch die Dichtungsringe, wie bei zweitheiligen Schiebern, unmittelbar am Schiebergehäuse befestigt. Durch diese Construction wird aber wegen der Unzugänglichkeit und wegen des namhaften Gewichtes dieser Theile bei grossen Schiebern ein genaues Einpassen der Dichtungsringe und die Herstellung eines vollkommen dichten Abschlusses ausserordentlich erschwert.

Aus diesem Grunde pflegt man sonst bei eintheiligen Schiebergehäusen die metallenen Dichtungsringe nicht an dem Gehäuse selbst, sondern an eigenen gusseisernen „Patronen“ anzubringen, welche mittels einer Blei- oder Rostkitt-Nuth eingedichtet sind, und ein vollkommen sicheres und genaues Einpassen des Schiebers mit der grössten Leichtigkeit bewerkstelligen lassen.

Auch ist die rectanguläre Form des Schiebergehäuses mit ganz ebenen Wandungen nicht die zweckmässigste, weil diese Form gegen den hohen inneren Druck keine grosse Widerstandsfähigkeit besitzt. Zwar sind die Wandungen durch einzelne aussen angebrachte Rippen verstärkt; solche Rippen sind aber erfahrungsgemäss ohne grossen Erfolg. Sie geben leicht zu Gussfehlern Veranlassung und werden durch die Spannung, welche bei hohem inneren Druck in den Wandungen entsteht, auf Zug in Anspruch genommen, wodurch nicht selten ein Bruch geradezu eingeleitet wird.

Es wäre aus diesem Grunde zweckmässiger gewesen, das Schiebergehäuse mit gewölbten Wandungen zu versehen oder eine mehr widerstandsfähige ovale Grundform zu wählen.

Ganz abgesehen davon sind aber die Wandstärken der Schiebergehäuse für die grossen Schieber in einzelnen Theilen so gering bemessen, dass es praktisch als beinahe unmöglich bezeichnet werden muss, dieselbe mit diesen Dimensionen für einen Druck von 15 Atmosphären herzustellen. Aus diesem Grunde erscheinen die erhobenen Einwendungen als zum Theile gerechtfertigt.

Uebrigens ist diese Frage von keiner unmittelbaren praktischen Bedeutung, weil die Schieber ohnehin nicht nach dem ursprünglichen Entwürfe, sondern nach anderen Constructionen ausgeführt werden, welche seither von der Bauunternehmung beantragt und von der Bauleitung genehmigt worden sind.

Durch die jetzigen Constructionen erscheinen die oben angedeuteten Mängel in den Details allerdings beseitigt; bei den ganz grossen Schiebern jedoch haben die Wandungen, welche innen mit einem förmlichen Gitter von Verstärkungs-Rippen versehen sind, übertriebene Dimensionen erhalten, was eine unverhältnissmässige Gewichts-Ueberschreitung verursacht. Es findet dies zum Theil darin seine Erklärung, dass die Form des Schiebergehäuses nicht ganz entsprechend gewählt werden konnte, da leider die ursprüngliche Baulänge beibehalten werden sollte.

Was die Construction der Hydranten anbelangt, so wurde es als unzweckmässig bezeichnet, dass der eigentliche Hydrant mit dem sogenannten Fahrkasten, welcher im Niveau der Strasse liegt, aus Einem Stücke hergestellt werden sollte.

Diese Bemerkung ist in der That begründet, indem durch jene Construction einerseits die erste Aufstellung der Hydranten, welche mit der oberen Deckplatte genau in dem Niveau der Strasse liegen müssen, wesentlich erschwert wird und namentlich später, wenn Setzungen in dem Boden eingetreten sind, zu Unzukömmlichkeiten führt, welche seinerzeit in England von dem Volksmunde damit bezeichnet wurden, dass „das Eisen aus dem Boden wachse.“

Auch ist der Hydrant durch seine starre Verbindung mit dem Trottoir oder Strassenpflaster allen Beschädigungen ausgesetzt, zu welchen der Strassenverkehr fortwährend Anlass bietet.

Bei allen neueren rationell angelegten Wasserleitungen hat man daher abgesonderte Fahrkasten angebracht, welche mit den Hydranten in gar keiner festen Verbindung stehen, so dass diese den nachtheiligen Einwirkungen des Strassenverkehrs nicht ausgesetzt sind.

Eine solche Einrichtung ist auch von der Bauunternehmung in Vorschlag gebracht, bisher aber noch nicht genehmigt worden.

Obwohl bereits eine grosse Anzahl Hydranten nach dem alten Modell ausgeführt und übernommen sind, so empfiehlt es sich doch, die noch übrigen Hydranten mit einem abgesonderten Fahrkasten in Ausführung zu bringen.

Im Uebrigen sind auch andere Erfahrungen, welche an neueren Wasserleitungsröhren gemacht wurden, bei der Construction der Hydranten nicht zur Anwendung gekommen, obgleich diejenigen Einrichtungen, welche mit dem



Feuerlöschwesen und mit der Vertheilung des Wassers zusammenhängen, nicht mindere Wichtigkeit haben.

Wenn gleich gegen die übrigen sogenannten Maschinentheile keine Einwendungen zur Kenntniss der Experten gelangt sind, so muss doch bemerkt werden, dass an einzelnen dieser Bestandtheile, z. B. an den Luftableitungen, an den Einrichtungen zur Handhabung der grossen Schieber u. dgl. solche Constructionen wahrgenommen sind, welche mit Rücksicht auf ihre praktische Ausführung, auf den dauernden Bestand und auf den künftigen Betrieb des Werkes eine Aenderung wünschenswerth erscheinen lassen.

Wien, am 27. Juni 1871.

Fähndrich, m. p.

Aug. Fölsch, m. p.

Grimburg, m. p.

Adolf Kreutzer, m. p.

Ludwig Oelwein, m. p.

Georg Rebhann, m. p.

Peter von Rittinger, m. p.

Vict. v. Scheuchenstuel, m. p.

### Erklärung. \*)

Das während meiner Erkrankung an den Blättern bekannt gewordene Gutachten der Experten in Angelegenheit der Wiener Wasserleitungsröhren enthält eine große Anzahl vollkommen unbegründeter Behauptungen, die ebenso viele ungerechtfertigte Beschuldigungen gegen mich darstellen.

Ich habe alsbald nach meiner Genesung am 10. d. M. der löblichen Wasserversorgungs-Commission eine Denkschrift überreicht, in welcher ich diese Behauptungen durch unumstößliche Thatsachen vollständig widerlegt zu haben glaube. Ich würde mich, obgleich der gegen mich gerichtete Angriff sofort an die Oeffentlichkeit gelangt ist, auf diese der competenten Stelle gegenüber geführte Vertheidigung beschränken, wenn dieses Gutachten nicht unter Anderem die Beschuldigung enthielte, dass bei Ausarbeitung des Projectes bezüglich der Wandstärken der Rohre ein Rechnungsfehler begangen worden sei — eine Beschuldigung, die mit Rücksicht auf die Tragweite eines solchen im vorliegenden Falle so ungeheuerlich und zugleich mit solcher Bestimmtheit ausgesprochen ist, dass es selbst einem besonnenen Leser fast unmöglich gemacht ist, an der Wahrheit desselben zu zweifeln.

Wie grundlos gleichwohl dieselbe und wie unerhört demnach das Vorgehen der Experten ist, wird die nachfolgende Darstellung zeigen. Um für die Bestimmung der Wandstärken mit Rücksicht auf die speciellen Verhältnisse der Wiener Wasserleitung Anhaltspunkte zu gewinnen, hat der Gefertigte bei seinen Vorstudien vorerst zwei verschiedene Wege eingeschlagen; der eine bestand darin, die bekannten Wandstärken anderer bereits ausgeführter Wasserleitungen im Zusammen-

\*) Auf Ansuchen des Herrn Otto Wertheim nehmen wir keinen Anstand diese Erklärung aufzunehmen und verweisen zugleich auf den an der Spitze dieses Heftes abgedruckten Motivenbericht der Experten-Commission. Die Redaction.

hänge mit den beüglichen Localverhältnissen unter einander vergleichend in Betracht zu ziehen; der zweite war, nach einer großen Anzahl empirischer Formeln verschiedener Autoren die Wandstärken für die einzelnen Durchmesser der Wiener Rohre zu berechnen.

Auf dem einen wie auf dem andern Wege haben sich die widersprechendsten Resultate ergeben.

Was die auf dem ersteren Wege erlangten Erfahrungs-Resultate betrifft, so gelangte man durch eine kritische Analyse derselben zur Erkenntnis, dass in weit höherem Grade als die Druckhöhe, Jahr und Ort der Erzeugung der Rohre, die Methode des Gusses und die Methode des Ankaufes der Rohre von Einfluß auf die Bestimmung der Wandstärken waren.

Ebensosehr differirten auch die Ergebnisse der Berechnung nach den empirischen Formeln unter einander.

Um bei so widersprechenden Daten die erforderliche Beruhigung zu erlangen, dass die schließlich mit Rücksicht auf die vorhandene Druckhöhe und eine angenommene Eisen-Qualität festgestellten Wandstärken den vorhandenen Verhältnissen entsprechend seien, wurde zur Controle derselben mit Hilfe der rationellen Lamé'schen Formel der Grad der Sicherheit berechnet, mit der jedes Rohr den auf dasselbe wirkenden Kräften widerstehen werde. Die Wandstärken wurden für alle großen Rohre als entsprechend erkannt, weil die Rechnung bei denselben nahezu eine zehnfache Sicherheit ergab. Dass die auf diesem Wege gewonnenen Wandstärken annäherungsweise mit den Ziffern übereinstimmen, die in der Tabelle in Redtenbacher's „Resultaten“ (Mannheim 1852, pag. 340) angeführt sind und auf einem ganz anderen Wege gewonnen wurden, ist ein zufälliger und ganz nebensächlicher Umstand.

Für die Augarten-Ausstellung im Jahre 1865 wurde unter Anderm auch ein Theil jener Berechnungen von Wandstärken nach diversen empirischen Formeln copirt, deren oben Erwähnung geschah, und in das Heft „Hilfstabellen“ eingefügt. Unter diesen wurden auch die Zahlen jener eben citirten Redtenbacher'schen Tabelle aufgenommen. Irrthümlicherweise erhielt aber beim Copiren die Colonne, welche diese Zahlen enthält, statt der ihr gebührenden Ueberschrift: „Tabelle aus Redtenbacher's „Resultaten“ jene der im Concept-Fascikel unmittelbar nebenan stehenden, welche lautet: „Wandstärken, nach Redtenbacher's Formel berechnet“, welche beiden Zahlenreihen wesentlich von einander verschieden sind.

Auf diesen Irrthum bezieht sich der eingangs erwähnte Anspruch der Experten. Ohne in die Materie gründlich einzugehen, hielten sie die Wandstärken für abgeleitet aus einer empirischen Formel, was sie nicht sind, und liessen sich durch die soeben aufgeklärte Irrung in den Ueberschriften zu dem falschen Urtheile verleiten, dass die Zahlen falsch gerechnet seien. Der Irrthum des Copisten selbst ist, wie die vorstehende Darlegung zeigt, ganz ohne allen Einfluß auf die Bestimmung der Wandstärken der Rohre geblieben, die längst stattgefunden hatte, bevor man mit dem Copiren der Tabelle für die Augarten-Ausstellung auch nur begann. Ein Berechnungsfehler ist also in keiner Weise begangen worden, wohl aber ein Copirfehler in einem Ausstellungs-Objecte, dessen Inhalt für das ganze Project schon damals keinen anderen als einen historischen Wert mehr besaß.

Otto Wertheim,

Ober-Ingenieur für die Wasserversorgung von Wien.  
(II. Abtheilung.)